
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

<https://books.google.com>





A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>



H^o Acad.

96^m
(Sciences 7)



ACADÉMIE

DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER.

MÉMOIRES DE LA SECTION DES SCIENCES.

ACADÉMIE

des Sciences et Lettres de Montpellier.



MÉMOIRES

DE LA SECTION DES SCIENCES



TOME SEPTIÈME.



MONTPELLIER

BOEHM ET FILS, IMPRIMEURS DE L'ACADÉMIE, PLACE DE L'OBSERVATOIRE.



1867-1871

1867-1871

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

TABLE DES MATIÈRES

DU SEPTIÈME VOLUME¹.

I.

Année 1867.

Édouard ROCHE. — Résumé des observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences de Montpellier pendant l'année 1866.....	1
Édouard ROCHE. — Recherches sur les offuscations du Soleil et les météores cosmiques (2 ^e partie).....	9
Ch. MARTINS et Éd. COLLOMB. — Essai sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès (Hautes-Pyrénées) (Pl. I).....	47
Paul GERVAIS. — Sur le genre <i>Squalodon</i> (Pl. II, III).....	79
Ch. MARTINS. — Sur l'hiver de 1868.....	92
LÉON VAILLANT. — Remarques sur le développement d'une planariée dendrocoele, le <i>Polycelis lævigatus</i> (de Quatrefages) (Pl. IV).....	93
LE RICQUE DE MONCHY. — Des ferments organisés qui peuvent se trouver dans le bicarbonate de soude du commerce.....	109
Ch. MARTINS. — Notice biographique sur M. Westphal-Castelnau, trésorier de l'Académie.....	123
Édouard ROCHE. — Résumé des observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences de Montpellier pendant l'année 1867.....	127

¹ Le septième volume des *Mémoires de la Section des Sciences* a paru en quatre parties, de 1867 à 1871. Il contient 20 planches et 535 pages.

Ch. MARTINS.	— Sur l'ancienne existence, durant la période quaternaire, d'un glacier de second ordre occupant le cirque de la vallée de Pallières dans la partie orientale du massif granitique de la Lozère.....	135
É. DIACON.	— Sur la notation des raies des spectres.....	139

II.

Année 1868.

Paul GERVAIS.	— Sur un crâne de <i>Ziphius cavirostre</i> de Corse (Pl. V)..	141
Léon VAILLANT.	— Note sur l'anatomie de deux espèces du genre <i>Perichæta</i> , et essai de classification des Annélides lombricinales (Pl. VI).....	143
LE RICQUE DE MONCHY.	— Note sur les granulations moléculaires de diverses origines.....	175
Paul DE ROUVILLE.	— Session de la Société géologique à Montpellier (octobre 1868) Pl. (VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII)..	205
LALLEMAND.	— Note sur la préparation de l'acide citrique avec les fruits du grenadier.....	295
LALLEMAND.	— Description d'un nouveau Thermométrographe à maxima et à minima.....	297
LALLEMAND.	— Sur un aspirateur pneumatique à mercure (Pl. XIV, fig. 5).....	299
É. DIACON.	— Résumé des observations des orages dans le département de l'Hérault, pendant les années 1866, 1867, 1868 (Pl. XIV, fig. 1-4 et Pl. XV).....	301

III.

Année 1869.

J. DUVAL-JOUVE.	— Étude anatomique de quelques Graminées, et en particulier des <i>Agropyrum</i> de l'Hérault (Pl. XVI, XVII, XVIII, XIX, XX).....	309
Ch. MARTINS et G. CHANCEL.	— Des phénomènes physiques qui accompagnent la rupture, par congélation de l'eau, des projectiles creux de divers calibres.....	407

Éd. COMBESURE. — Remarques sur un théorème de M. Clausius.....	418
Éd. COMBESURE. — Vérification d'une certaine équation qui figure à la page 17 du 2 ^{me} volume de la <i>Mécanique céleste</i>	421

IV.

Année 1870.

Éd. COMBESURE. — Sur quelques relations différentielles que l'on peut résoudre par des formules dégagées de tout signe d'intégration, et sur quelques invariants d'une espèce particulière.....	447
J. DUVAL-JOUVE. — Des comparaisons histotaxiques, et de leur importance dans l'étude critique des espèces végétales.....	471
Ch. MARTINS. — L'hiver de 1870-1871 dans le Jardin des Plantes de Montpellier.....	527



MEMBRES

DE LA SECTION DES SCIENCES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER.



- MM. LENTHÉRIC**, Professeur à l'École régimentaire du Génie.
HENRI MARÈS, Secrétaire de la Société Centrale d'Agriculture de l'Hérault.
JULES PAGEZY.
ÉDOUARD ROCHE, Professeur à la Faculté des Sciences.
GUSTAVE CHANCEL, Doyen de la Faculté des Sciences.
COURTY, Professeur à la Faculté de Médecine.
CAUVY, Professeur à l'École de Pharmacie.
PAUL DE ROUVILLE, Professeur à la Faculté des Sciences.
MARTINS, Professeur à la Faculté de Médecine.
LE RICQUE DE MONCHY.
E. PLANCHON, Professeur à la Faculté des Sciences et Directeur de l'École de Pharmacie.
A. MOITESSIER, Professeur à la Faculté de Médecine.
É. DIACON, Professeur à l'École de Pharmacie.
A. LALLEMAND, Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers (nommé Membre correspondant).
A. CROVA, Professeur à la Faculté des Sciences.
GARLIN, Professeur au Lycée.
JEANJEAN, Professeur à l'École de Pharmacie.
DUVAL-JOUVE, Inspecteur d'Académie.
SABATIER, Professeur Agrégé à la Faculté de Médecine.
GAZALIS DE FONDOUCE, Ingénieur civil.
COMBESCURE, Professeur à la Faculté des Sciences,



ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER.

MÉMOIRES DE LA SECTION DES SCIENCES.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

PENDANT L'ANNÉE 1866 ;

Par M. Édouard ROCHE.

Ces observations, commencées le 1^{er} janvier 1857, ont continué en 1866 dans les mêmes conditions que les années précédentes. Elles ont été faites pendant tout ce temps par l'appariteur Ch. Durand, avec une régularité et un soin dignes d'éloge. Nous allons ici indiquer sommairement leurs résultats principaux, en les résumant par des tableaux qui permettent de comparer entre elles nos dix années d'observations, au point de vue de la pression barométrique, de la température, de la pluie, etc. Bien qu'une série de dix ans ne suffise pas absolument à l'étude d'un climat aussi inégal que le nôtre, néanmoins les moyennes de cette période ne sauraient différer beaucoup des valeurs normales qui caractérisent le climat de Montpellier.

Le baromètre s'est tenu en moyenne, cette année, notablement au-dessus de sa valeur normale. Cela tient aux fortes pressions des mois de janvier, octobre, novembre et décembre. Il est resté au-dessous en février, mars et septembre.

La plus grande hauteur barométrique observée a été 770^{mm},6 le 25 janvier à huit heures du matin. Le baromètre est descendu à 732^{mm} le 19 mars à onze heures du matin, par un vent du sud violent. C'est la plus faible hauteur constatée depuis dix ans. La plus forte est 774^{mm},2, le 10 janvier 1859.

ANNÉES.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE.			TEMPÉRATURE moyenne.
	8 h. du matin.	Midi.	4 h. du soir.	
1857	757,24	756,99	756,52	14,06
1858	57,05	56,64	56,00	14,55
1859	57,48	57,20	56,52	15,10
1860	55,85	55,59	54,99	13,55
1861	57,60	57,41	56,67	14,97
1862	56,81	56,57	55,95	14,97
1863	58,49	58,25	57,54	15,27
1864	56,60	56,51	55,58	14,62
1865	57,58	57,18	56,58	14,95
1866	57,76	57,47	56,84	15,19
Moyenne.	757,22	756,96	756,50	14,72

La hauteur moyenne du baromètre est environ 756^{mm},8, ce qui donnerait 762^{mm},4 au niveau de la Méditerranée. Il reste à tenir compte de la correction de notre instrument, qui est négative, mais ne nous est pas connue exactement.

Voici, d'après nos dix ans d'observations, les moyennes mensuelles du baromètre et du thermomètre.

	BAROMÈTRE à midi.	TEMPÉRATURE.			
		Midi.	Maximum.	Minimum.	Moyenne.
Janvier....	758,9	8,1	9,4	2,4	5,9
Février....	758,0	9,3	10,8	3,3	7,0
Mars.....	754,5	12,6	14,2	3,6	9,9
Avril.....	756,1	17,5	19,3	8,8	14,1
Mai.....	755,5	21,1	25,2	12,5	17,8
Juin.....	756,7	25,1	27,3	16,0	21,7
Juillet....	757,1	28,1	30,6	18,5	24,5
Août.....	756,8	26,9	29,1	17,9	25,5
Septembre.	757,8	23,0	24,9	15,1	20,0
Octobre...	756,3	18,2	19,5	11,6	15,6
Novembre..	756,3	12,2	13,3	6,5	9,9
Décembre..	759,5	9,1	10,1	3,4	6,8
Moyenne.	756,96	17,59	19,31	10,13	14,72

La température moyenne de l'année 1866, conclue de la demi-somme du maximum et du minimum de chaque jour, a été 15°,2, par conséquent supérieure de 0°,5 à la moyenne des dix ans, qui est 14°,7.

L'hiver a été très-doux, c'est le plus chaud de notre série. La température en janvier et février a dépassé de 3° la température normale de ces deux mois, et le thermomètre n'est pas descendu à zéro. Le printemps et l'été ont été ordinaires, l'automne un peu au-dessous de la moyenne.

Il n'y a eu dans l'année que 5 jours de gelée à notre observatoire; mais il a dû geler 12 à 13 fois à la campagne, où le thermomètre descend environ deux degrés plus bas que dans l'intérieur de la ville.

La plus basse température — 2° a eu lieu le 30 novembre au matin; c'est le jour le plus froid, sa température moyenne a été 2°,5. — La température moyenne a été de 5° ou au-dessous le 13 janvier, le 26 février, le 15 mars, enfin le 21 et le 30 novembre.

Sauf le mois de juin, l'été a été moins chaud qu'à l'ordinaire. Le thermomètre est monté 33 fois au-dessus de 50°, savoir: 12 fois en juin, 18 fois

en juillet, 3 en août.—La température moyenne du jour s'est élevée 18 fois à 25° ou au-dessus, savoir : 7 fois en juin, 10 en juillet, 1 fois en août.

Les jours les plus chauds ont été le 11 et le 24 juillet, avec une température moyenne de 27° et au-dessus. — La plus haute température observée a été 33°,4 le 11 juin.

ANNÉES.	TEMPÉRATURE MOYENNE.			
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
1857	5,8	12,5	22,8	15,4
1858	5,6	14,0	23,5	15,2
1859	6,8	14,3	24,5	15,8
1860	5,2	12,5	21,4	14,5
1861	6,7	14,1	23,1	15,6
1862	7,2	15,4	22,5	14,9
1863	7,4	14,7	24,1	15,1
1864	5,5	15,0	23,7	14,6
1865	6,4	13,1	23,9	16,2
1866	8,5	15,8	25,0	14,5
Moyenne.	6,5	13,9	23,2	15,2

Suivant l'usage des météorologistes, nous formons l'hiver des mois de décembre, janvier et février, ainsi de suite. Pour obtenir la température de l'hiver 1857, on a emprunté celle de décembre 1856 à des observations faites hors de la Faculté des Sciences.

Les températures extrêmes observées depuis dix ans sont : pour le minimum, — 9°,3 le 5 janvier 1864 au matin; pour le maximum, 39° le 15 juillet et 40° le 5 juillet 1859 ; mais cette dernière température fut tout à fait exceptionnelle. Du reste, en d'autres points de la ville, ou en plaçant le thermomètre dans d'autres conditions, on a pu avoir des températures notablement différentes. C'est ainsi qu'au Jardin des Plantes le minimum descend ordinairement beaucoup plus bas et le maximum monte plus haut qu'à la Faculté des Sciences

ANNÉES.	TEMPÉRATURES EXTRÊMES.			
	MINIMA.		MAXIMA.	
1857	— 5,5	7 février.	36,8	29 juillet.
1858	— 6,5	6 janvier.	37,0	19 juillet.
1859	— 7,0	21 décembre.	40,0	5 juillet.
1860	— 6,5	11 mars.	34,6	28 juin.
1861	— 4,2	19 janvier.	35,5	10 et 14 août.
1862	— 7,0	19 janv., 10 et 11 févr.	35,5	21 juillet.
1863	— 2,0	22 et 27 décembre.	37,7	12 août.
1864	— 9,5	5 janvier.	36,2	7 août.
1865	— 7,8	15 février.	35,5	26 août.
1866	— 2,0	30 novembre.	35,4	11 juin.

La même remarque s'applique au nombre des jours de gelée, qui doit être beaucoup plus considérable hors la ville, où le thermomètre minimum descend de deux degrés environ plus bas que dans l'intérieur de la ville.

ANNÉES.	JOURS de gelée.	JOURS au-dessus de 30°.	JOURS de neige.	JOURS d'orage.
1857	32	31	3	15
1858	32	46	1	11
1859	28	50	1	15
1860	27	17	4	9
1861	18	40	1	9
1862	15	27	0	14
1863	6	52	1	14
1864	32	52	5	6
1865	24	44	2	8
1866	5	33	0	15
Moyenne.	22	39	2	11

On a compté 139 jours où le ciel a été beau, 108 nuageux et 118 couverts. Le nombre des jours où il a plu a été 94, et il y a eu 73 jours absolument pluvieux, savoir : 25 dans le premier trimestre, 17 dans le second, 14 dans le troisième et 17 dans le quatrième. Ainsi, bien que la quantité de pluie soit restée au-dessous de la moyenne, l'année a été pluvieuse : c'est, depuis dix ans, celle où l'on a eu le moins de beaux jours, le plus de jours couverts et pluvieux, principalement dans les cinq premiers mois.

ANNÉES.	NOMBRE DES JOURS			JOURS de pluie.	PLUIE en millimèt.
	Beaux.	Nuageux.	Couverts.		
1857	161	98	106	92	1247
1858	196	99	70	77	645
1859	175	110	80	75	506
1860	148	128	90	90	1006
1861	189	97	79	68	842
1862	176	110	79	86	1299
1863	195	95	75	78	855
1864	172	105	89	98	1037
1865	146	154	85	89	719
1866	139	108	118	94	845
Moyenne.	170	108	87	84	900

Nous avons compté comme jours de pluie tous ceux où il a plu, quelque petite que soit la quantité d'eau, pourvu qu'elle ait été appréciable au pluviomètre. Une légère bruine peut donc faire attribuer cette désignation à une journée, quoique l'état du ciel ait été presque toujours serein. Nous suivons en cela l'exemple de Poitevin (*Essai sur le climat de Montpellier*, pag. 115). Il ne faut donc pas considérer nos jours de pluie comme étant entièrement pluvieux, et cela explique pourquoi, dans le tableau, le nombre des jours de pluie surpasse quelquefois celui des jours couverts.

Notre moyenne de 84 jours de pluie diffère à peine de celle (82) que Poitevin a conclue de 52 années d'observation. La quantité moyenne d'eau fut

0^m,765. Nos observations donnent 0^m,900, nombre bien plus considérable; mais la différence tient en partie à ce que, dans ces dix ans, il s'est rencontré plusieurs années exceptionnellement pluvieuses.

La quantité de pluie mesurée en 1866 a été de 843 millimètres, dont la moitié est tombée en août, octobre et décembre. Les mois de juillet et novembre ont été secs.

Les jours remarquables par de grandes chutes d'eau sont: le 21 février, où il est tombé 49^{mm},5 de pluie; le 24 août, par deux orages, 75^{mm}; du 1^{er} décembre six heures du soir au 5 décembre six heures du matin, 126^{mm},5.

ANNÉES.	JOURS DE PLUIE.			
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
1857	27	25	11	33
1858	26	18	8	27
1859	18	24	10	18
1860	25	18	14	30
1861	29	17	9	18
1862	18	24	12	32
1863	17	26	9	26
1864	25	19	11	34
1865	32	29	15	21
1866	25	32	14	22
Moyenne.	24	25	11	26

On voit combien peu est régulière la répartition des jours de pluie suivant les saisons. Poitevin en comptait 23 en hiver, 24 au printemps, 14 en été et 21 en automne. La répartition des quantités de pluie est encore plus irrégulière.

Les vents du Nord ont été, cette année, plus fréquents que les vents du Sud dans le rapport de 2 à 1. Les vents d'Est plus fréquents que les vents d'Ouest dans le rapport de 5 à 3; la proportion ordinaire est de 5 à 4. — Il a fait un très-grand vent de Nord-Ouest, sec et froid, les 12, 13 et 14 mai.

ANNÉES.	QUANTITÉ DE PLUIE.			
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
1857	354	107	57	749
1858	233	133	41	272
1859	97	152	85	158
1860	283	158	86	449
1861	509	242	71	255
1862	124	172	160	797
1863	163	181	146	398
1864	130	154	41	453
1865	553	183	87	563
1866	192	160	184	222
Moyenne.	222	164	96	410

Les plus basses indications de l'hygromètre à cheveu ont été : 59°,5 le 25 mars à midi, et 40°,5 à quatre heures ; — 42° le 21 avril et le 16 mai à quatre heures ; — 39° le 1^{er} août à quatre heures ; — 41°,5 le 15 août à quatre heures ; — 38° le 22 août à midi, et 41°,5 à quatre heures.

Il n'est pas tombé de neige cette année. — Il a fait quinze orages, mais aucun n'a été considérable. — Une averse d'étoiles filantes a eu lieu le 14 novembre, vers une heure du matin.

RECHERCHES
SUR
LES OFFUSCATIONS DU SOLEIL
ET LES MÉTÉORES COSMIQUES,

Par M. Édouard ROCHE.

SECONDE PARTIE.

EXAMEN DES DIFFÉRENTES HYPOTHÈSES QUI ONT ÉTÉ PROPOSÉES
POUR EXPLIQUER LES OFFUSCATIONS.

Jusques au commencement de ce siècle, les astronomes ne semblent pas s'être occupés du phénomène des offuscations, soit qu'ils n'aient pas eu confiance dans les récits des historiens, soit que l'explication de Kepler leur ait paru suffisante. Mais depuis que l'attention fut appelée par Chladni sur ces faits extraordinaires, diverses hypothèses ont été proposées pour les expliquer. Ces hypothèses peuvent être divisées en trois catégories bien distinctes, suivant que l'on y fait intervenir une altération effective de l'éclat du Soleil, l'interposition de corps opaques de la nature des astéroïdes, ou un affaiblissement momentané de la transparence de notre atmosphère.

En énumérant ces hypothèses, Humboldt semble incliner vers la première : les offuscations seraient, d'après lui, la conséquence d'une perturbation survenue dans la photosphère du Soleil¹. Mais, quand on étudie avec attention les récits d'obscurcissements anormaux,

¹ « La mention, faite par les historiens, d'obscurcissements survenus dans le Soleil, ou, pour parler avec plus d'exactitude, d'un affaiblissement plus ou moins long de la lumière solaire, m'a conduit depuis un grand nombre d'années à faire des recherches spéciales sur la nature météorologique et peut-être cosmique de ces phénomènes... Je suis porté à attribuer aux noyaux obscurs (des taches solaires) ces assombrissements durant lesquels des étoiles devinrent visibles quelque temps comme dans les éclipses totales.

»Un calcul de Du Séjour nous apprend qu'une éclipse totale ne peut durer plus de 7^m 58^s.

comme nous l'avons fait dans la première partie de ce Mémoire, on reconnaît qu'il est bien superflu de recourir à de pareilles explications. Une offuscation due à l'affaiblissement de la lumière même du Soleil aurait d'ailleurs un caractère d'universalité que ces phénomènes sont loin de présenter.

THÉORIE DE CHLADNI ET D'ERMAN.

Pour rendre compte des prétendues offuscations de 1091 et de 1206, Chladni, professeur de physique à Wittenberg, célèbre par ses découvertes en acoustique et par ses recherches sur les pierres météoriques¹, alléguait la possibilité d'une éclipse du Soleil par une pluie d'aérolithes. Cette idée, développée par M. Ad. Erman, professeur à l'université de Berlin, dans une lettre à M. Arago², a obtenu l'adhésion de plusieurs savants, bien que les faits sur lesquels elle s'appuie soient à peu près sans valeur.

Dans son travail, M. Erman s'occupe des phénomènes lumineux ou calorifiques résultant des conjonctions du Soleil avec les astéroïdes du 10 août et du 13 novembre, conjonctions qui se reproduiraient, selon lui, vers le 10 février et le 15 mai. Il pense qu'à chacune des apparitions régulières d'étoiles filantes qui signalent certaines époques de l'année, correspond à six mois d'intervalle un passage de ces mêmes corps au-devant du Soleil. Cela étant, l'interposition de ces corps entre nous et le Soleil donnerait lieu, comme effet optique à une sorte d'éclipse de l'astre, et comme effet thermique à une extinction plus ou moins grande de la chaleur qu'il envoie à la Terre. Indiquons rapidement le point de départ de ce système.

Pour Chladni, les aérolithes sont des bolides qui tombent à la surface de la Terre, et les étoiles filantes sont des bolides qui passent à une très-grande hauteur dans l'air; ces diverses

Les obscurcissements rapportés par les annalistes eurent une durée beaucoup plus longue, et je serais tenté, pour cette raison, de les rapporter à trois causes différentes : 1° à la perturbation apportée dans le développement de la lumière du Soleil, ou à une intensité moins grande de la photosphère; 2° à des obstacles, tels que des couches de nuages plus étendues et plus épaisses, opposés au rayonnement de la lumière et de la chaleur par l'atmosphère extérieure imparfaitement transparente qui recouvre la sphère lumineuse; 3° à des mélanges qui troubleraient l'air qui nous entoure, comme les poussières généralement de nature organique que transportent les vents alizés... Les deux dernières explications n'exigent aucun affaiblissement dans la production de la lumière solaire...; mais la troisième exclut la visibilité des étoiles en plein midi, dont il est si souvent question lors de ces obscurcissements mystérieux décrits avec trop peu de détails » (*Cosmos*, tom. III, pag. 444).

¹ Sur l'origine de diverses masses de fer natif et notamment de celle trouvée par Pallas en Sibérie, 1794. — Sur les météores ignés et sur les masses tombant du ciel; Vienne, 1819.

² Sur les étoiles filantes périodiques des mois d'août et de novembre; *Comptes rendus*, tom. X, pag. 21, séance du 6 janvier 1840, et tom. XII, pag. 902.

classes de bolides ne feraient donc qu'une seule espèce de corps célestes : ce seraient de petits astéroïdes dispersés dans l'espace où circulent les planètes ¹. Si leur mouvement les conduit aux environs de la Terre, et s'ils s'engagent dans son atmosphère, le frottement dû à leur énorme vitesse (trente kilomètres par seconde ou plus encore) y développe la chaleur nécessaire pour les rendre incandescents, et détermine parfois leur explosion ou leur combustion.

Plus tard, Olbers a distingué deux sortes d'étoiles filantes. Les unes sont sporadiques et tombent rares et isolées; quant à celles qui apparaissent par groupes nombreux et pour ainsi dire par averses, il les considère comme périodiques, parce qu'on les a vues, plusieurs années de suite, se représenter aux mêmes jours : tels sont le 10 août et le 15 novembre. Il s'explique cette périodicité en imaginant que les étoiles filantes du mois d'août forment dans leur ensemble une sorte d'anneau continu, qui entoure le Soleil, et à l'intérieur duquel elles suivent un mouvement commun de circulation; de même pour l'anneau de novembre.

Olbers regardait ces anneaux comme à peu près circulaires. M. Erman l'admet également, et pour exposer sa théorie nous raisonnerons provisoirement comme s'il en était ainsi. Considérons en particulier l'un des anneaux météoriques, celui d'août par exemple. Il a nécessairement deux nœuds, c'est-à-dire qu'il coupe en deux points opposés le plan de l'écliptique : l'un de ces nœuds se trouve précisément sur l'orbite terrestre dans la région où la Terre est le 10 août. Ce jour-là, nous traversons l'essaim des météores, et tous ceux de ces petits corps qui pénètrent dans la partie supérieure de notre atmosphère y deviennent lumineux et offrent l'aspect d'étoiles filantes.

Si l'anneau était exactement circulaire, et si l'orbite terrestre l'était aussi, au bout de six mois, vers le 10 février, l'anneau et la Terre se retrouveraient à la même situation relative qu'en août, et l'on observerait un phénomène identique. Or c'est ce qui n'est pas : les grandes apparitions du mois d'août ne se sont pas reproduites en février. Il en faut conclure que, à raison de leur excentricité, l'orbite de la Terre et l'anneau du 10 août ne se coupent pas en février.

Cela étant, on peut faire deux hypothèses : ou bien cet anneau traverse le plan de l'écliptique au-delà de la Terre par rapport au Soleil; ou bien il coupe ce plan entre le Soleil et la Terre, et alors il y aura conjonction des astéroïdes et du Soleil. En ce dernier cas, si ces corps ne traversent pas l'atmosphère terrestre, ils ne deviendront pas lumineux, mais il pourra arriver que de la Terre on les voie se projeter en noir sur le disque du Soleil.

Cette seconde hypothèse est celle qu'adopte M. Erman. Elle serait justifiée si l'on pou-

¹ Déjà Dom. Cassini avait admis l'existence de petites masses circulant autour du Soleil, qui s'étendraient jusqu'aux orbites de Mercure et de Vénus, et dépasseraient même l'orbite de la Terre; leur ensemble, sorte de nébuleuse, donnerait lieu au phénomène de la lumière zodiacale.

vaît établir que, vers le 12 février pour l'anneau d'août, et le 13 mai pour l'anneau de novembre, ces passages d'astéroïdes devant le Soleil se réalisent avec la même régularité que les oppositions elles-mêmes. C'est un point qui doit être décidé par l'observation et par les témoignages historiques.

M. Erman n'hésite pas à se prononcer pour l'affirmative. Les astéroïdes, dit-il, par leur conjonction avec le Soleil, « ont exercé à plusieurs reprises des influences optiques tellement fortes que le Soleil s'en est entièrement effacé et que les étoiles ont brillé en plein jour. »

A l'appui d'une thèse aussi positive, il se contente de citer quatre exemples empruntés à des chroniques qu'il a consultées, et il les donne « comme autant de preuves affirmatives de ces conjonctions mêmes et de ses assertions sur les circonstances qui les accompagnent. » Voici ces quatre exemples.

1^o « Le 28 février de l'an 1206, d'après la chronique de Villalba, ou à la même date de l'an 1208, d'après celle de Krusius, le Soleil s'obscurcit complètement; et, comme ce phénomène dura six heures, on ne saurait l'attribuer à un passage de la Lune devant le Soleil » (Schnurrer, tom. I, pag. 265). C'est le même événement que M. Chladni attribuait déjà au passage d'un grand nombre d'aérolithes ou d'étoiles tombantes devant le Soleil. »

On reconnaît là un argument que nous avons déjà réfuté, à savoir, qu'une obscurité à laquelle l'historien donne une durée de six heures ne saurait être une éclipse. Cette objection serait sérieuse s'il s'agissait de descriptions dues à des astronomes ou à des témoins oculaires, et si on ne faisait la part des inexactitudes de la tradition, des inadvertances du chroniqueur et des copistes.

Ici l'objection est sans portée, et il n'y a pas de doute possible. C'est le fait examiné au § xxv, l'éclipse solaire du 28 février 1207. Si l'on contestait l'identité des deux phénomènes, il faudrait que, par une coïncidence éminemment improbable, le flux d'étoiles filantes admis par M. Erman eût produit une offuscation au moment même où avait lieu l'éclipse, et sans autre effet que d'en prolonger la durée.

Quant à la date de 1208, donnée par Krusius, elle est certainement erronée, comme on l'a vu plus haut, et il n'y a pas lieu de s'y arrêter.

2^o « Pridie idus februarias anni 1106, apud Barum Italiae, stellæ visæ sunt in cælo per diem, nunc quasi inter se concurrentes, nunc quasi in terram cadentes. » (Schnurrer, tom. I, pag. 250.)

Cette citation paraît empruntée à la Chronique de Sigebert de Gemblours, contemporain du phénomène. (Voy. § xxi.) Tel est le second fait invoqué par M. Erman, et il ajoute : « Les étoiles tombantes qu'on a vues en plein jour me semblent clairement indiquer une occultation du Soleil, arrivée simultanément, et produite par le même courant d'astéroïdes, dont une petite partie seulement s'approcha assez de la Terre pour devenir lumineuse. »

Ce serait, d'après lui, le courant des astéroïdes du mois d'août, qui, passant à sa conjonction fort près de la Terre, aurait produit une chute abondante d'étoiles filantes, et en

même temps aurait intercepté une portion des rayons solaires. Mais cette occultation du Soleil est une pure supposition que le texte cité ne justifie nullement.

3° « L'an 1706, le 12 mai, vers dix heures du matin, le Soleil s'obscurcit à tel point que des chauves-souris se mirent à voler, et qu'on fut obligé d'allumer des chandelles. » (Schnurrer, tom. II, pag. 253.)

C'est une éclipse totale bien connue, comme il a été dit au § xxx, et non pas une offuscation. Ici encore l'argumentation de M. Erman est sans valeur.

4° « L'année 1545 est encore remarquable, continue M. Erman, par un obscurcissement du Soleil qui dura du 23 au 25 avril, c'est-à-dire le jour de la bataille de Muhlberg, et la veille et le lendemain de cette journée. On rapporte qu'en Allemagne, en France et en Angleterre, le Soleil parut, durant ces jours, également terni, et n'offrant qu'une lumière mate et rougeâtre, tellement affaiblie que l'on vit briller les étoiles à midi. Kepler expliquait ce phénomène par la conjonction du Soleil avec quelque corps opaque qu'il croyait semblable aux comètes. » (Schnurrer, tom. II, p. 95.)

Cette citation se rapporte évidemment au phénomène de 1547, étudié en détail au § xxix. Dans les termes où il est décrit ici, il faudrait, pour y croire, une assertion positive de témoins bien dignes de foi. Mais, en remontant à la source de cette tradition, nous avons reconnu que le fait dépouillé de toute exagération n'exige pas, comme dans les éclipses totales, une extinction complète du Soleil. Il s'explique par un brouillard analogue à plusieurs autres déjà cités; et les astres vus en plein midi se réduisent sans doute à la planète Vénus, alors en position d'être observée de jour. L'intérêt qui s'attache à ces belles apparitions, assez rares quoique normales, s'est accru par le voisinage de l'offuscation qui a suivi; et les deux phénomènes, transformés en un seul, sont devenus une véritable énigme dont les astronomes avaient jusqu'ici vainement cherché une explication plausible.

La conclusion de M. Erman est que les phénomènes mentionnés aux articles 1^o, 3^o et 4^o sont *des indubitablement à l'interposition de corps opaques entre la Terre et le Soleil*, lesquels corps opaques seraient les astéroïdes du 10 août et du 15 novembre. Pour nous, ces phénomènes sont deux éclipses ordinaires et un brouillard sec.

Il reste le second fait, l'apparition en plein jour d'étoiles filantes à Bari, le 12 février 1106, qui a déjà fait l'objet du § xxi. Mais est-il nécessaire que le Soleil ait perdu de son éclat, pour que des bolides apparaissent en plein jour? Les preuves du contraire abondent¹:

¹ « Ann. 1001, xix kal. januarii, circa horam nonam (trois heures de l'après-midi), fisso cœlo, quasi facula ardens cum longo tractu instar fulguris, illabitur terris, tanto splendore ut non modo qui in agris erant sed etiam in tectis irrupto lumine ferirentur. » (*Sigeberti Chron.*; D. B., tom. X, pag. 217.)

Pour ce qui est d'étoiles filantes proprement dites qui auraient été observées de jour, on a cité le fait suivant: Le 22 octobre 1366, « die sequenti post festum xi millia virginum, ab hora matutina usque ad horam primam, visæ sunt quasi stellæ de cœlo cadere continuo, et in tanta multitudine quod nemo numerare sufficit. » (*Horowic, Chron. ecclesiæ Pragensis.*)

on a vu des bolides présenter un éclat pareil à celui de la Lune dans son plein, et il ne manque pas d'exemples de météores brillants que n'a pas effacés l'éclat du Soleil à midi. (Arago, *Œuvres*, tom. XI, pag. 371.)

Voici un exemple emprunté à notre histoire locale. Dans le registre des observations météorologiques faites à Montpellier, au siècle dernier, par Badon, je trouve le fait suivant : « Le 9 mars 1768, à huit heures du matin, le temps étant beau et serein, il a paru vers l'ouest des météores flamboyants comme une barre de fer enflammée, qui sont tombés avec une explosion comme des coups de canon, à Ganges, à Celleneuve et au Port-Juvénal. Il y a eu un autre météore à cinq heures du soir, qui a paru comme une chandelle allumée, sur la salle de spectacle à Montpellier. »

Pareille chose a pu arriver à Bari : il est probable qu'au jour indiqué la Terre rencontra un essaim de ces corps météoriques qui dans l'atmosphère prennent feu et apparaissent comme des étoiles ; mais rien ne dit que le Soleil en ait été obscurci. Les assertions de M. Erman ne sont donc pas plus motivées sur ce point que celles de Humboldt : ni l'un ni l'autre ne nous fait connaître d'offuscation du Soleil accompagnée véritablement d'une apparition d'étoiles en plein jour.

Nous ne prétendons pas cependant contester la possibilité absolue d'une occultation du Soleil par des astéroïdes passant devant lui et se projetant en noir sur son disque. On les conçoit par la pensée suffisamment nombreux pour atténuer sensiblement, sinon éteindre, l'éclat du Soleil, au moment même où ils le traversent. Mais la question n'est pas là : il s'agit, non de savoir si un tel phénomène est théoriquement possible, mais bien s'il a jamais eu lieu réellement ; et jusqu'ici les documents historiques n'offrent rien de pareil.

Au contraire, dans le système que nous combattons, si ce phénomène était arrivé une seule fois, non seulement il aurait reparu depuis, mais encore il se reproduirait avec régularité : les anneaux météoriques venant périodiquement en conjonction avec la Terre et le Soleil, leurs effets optiques se présenteraient avec la même périodicité que les apparitions d'étoiles filantes.

A l'appui de l'existence des astéroïdes de Chladni et de la possibilité d'une éclipse du Soleil par ces corps opaques, Arago (*Astr. pop.*, tom. IV, pag. 321) a invoqué l'observation de Messier, déjà citée au § xxxi. Mais les globules noirs que Messier vit passer sur le disque solaire étaient plus probablement des grêlons que des astéroïdes. Le fussent-ils, il y aurait encore bien loin de ce phénomène, observable à la lunette seulement, à une offuscation proprement dite. Ajoutez à cela que ce genre d'éclipse ne rendrait compte en aucune façon

C'est une des anciennes apparitions des météores de novembre ; mais le texte ne dit pas nettement qu'on ait continué à les voir après le Soleil levé.

Dans la nuit du 12 au 13 novembre 1833, « on aperçut les météores le long de la côte orientale de l'Amérique, depuis le golfe du Mexique jusqu'à Halifax, de neuf heures du soir au lever du Soleil, et même dans quelques endroits en plein jour, à huit heures du matin. » (Arago, *Astr. pop.*, tom. IV, pag. 310.)

des circonstances observées : le Soleil cesse de rayonner, il prend une teinte rouge de sang, on le compare à un globe de feu ou à la pleine lune à son lever. Quel rapport entre ces apparences et les globules de Messier, pour si nombreux qu'on les suppose ? Dans les averse extraordinaires d'étoiles filantes, les voit-on former une bande de feu continue ¹, de largeur égale au diamètre solaire ? Voilà pourtant ce qu'il faudrait pour que la conjonction de ces mêmes corps pût produire une véritable éclipse de Soleil. Enfin, ce qui serait déjà prodigieux pour une éclipse de quelques minutes, devient absolument inadmissible quand il s'agit d'offuscations dont la durée est de plusieurs jours et va même à des mois entiers. M. Faye, dont nous sommes heureux de pouvoir invoquer l'autorité en faveur de la thèse que nous soutenons, a développé ces objections dans sa Note déjà citée (*Comptes rendus*, tom. LX, pag. 654), et nous ne pouvons mieux faire que d'y renvoyer le lecteur.

M. Erman ne s'est pas contenté, comme Chladni, d'attribuer les quatre faits qu'il considère comme des offuscations à un essaim d'astéroïdes traversant le Soleil ; pour lui, c'est précisément l'anneau des étoiles filantes du mois d'août qui, lors de sa conjonction, a produit les phénomènes du 12 février 1106 et du 28 février 1206, tandis que ceux du 24 avril 1547 et du 12 mai 1706 seraient dus au passage de la Terre par la ligne nodale de l'anneau du 13 novembre. Trois de ces phénomènes sont mis hors de cause par la discussion précédente. Il reste donc seulement à examiner si le flux extraordinaire d'étoiles filantes du 12 février 1106 peut être attribué, comme l'affirme M. Erman, à la conjonction du Soleil avec les astéroïdes du 10 août.

Pour justifier cette coïncidence, M. Erman est obligé (*Comptes rendus*, tom. X, pag. 24 et 31) de supposer à la ligne des nœuds de l'anneau d'août un mouvement rétrograde de quatre degrés par siècle. Or, loin d'appuyer cette supposition, les recherches les plus récentes montrent que ce déplacement des nœuds n'existe pas, et que, depuis plus de mille ans, l'orbite des étoiles filantes d'août coupe l'écliptique au même point. Le phénomène de Bari n'offre donc aucune corrélation avec l'anneau météorique du mois d'août.

Ainsi, au point de vue de la théorie comme à celui des faits, l'ingénieux rapprochement du savant allemand entre les retours périodiques des grandes chutes d'étoiles filantes et les offuscations du Soleil ne se trouve pas confirmé.

J'en dirai autant de la liaison que le même physicien avait cru reconnaître entre les conjonctions d'astéroïdes et les perturbations régulières qu'éprouve la température à certaines époques de l'année. On a remarqué, il y a déjà longtemps, que, vers le commencement de

¹ Voici, au point de vue de l'agglomération des étoiles filantes, une observation curieuse, mais un peu exagérée. « Ann. dom. inc. 1388, januario mense, die octava, serotina hora una et semis, visæ fuerunt a parte occidentis stellæ ire per cœlum, sonitu horrifico, versus Neapolim et Cajetam; quæ quidem stellæ claritate erant præfulgidæ, et tanti splendoris ut, quando earum discursus fiebat, esse videbatur medius dies; quantitate erant indiscretæ: nam aliquæ ipsarum tantæ quantitatis cernebantur, ac si essent magnæ trabes igneæ, innumeræ fuerunt. » (*Anonymi Cassinensis chron.*; ap. Muratori, tom. V, pag. 75.)

février et le commencement de mai, la température subit un abaissement sensible. Selon M. Erman, c'est l'époque où les courants d'astéroïdes passent entre le Soleil et la Terre, et il est naturel de supposer qu'ils interceptent alors une partie de la chaleur envoyée vers nous.

F. Petit, directeur de l'observatoire de Toulouse, a attaché son nom à ce système par ses propres recherches autant que par le zèle qu'il a mis à le propager. Il a signalé, de son côté, deux maxima de température dans les premiers jours d'août et de novembre, qu'il attribue à l'influence de ces mêmes courants d'astéroïdes lorsqu'ils enveloppent notre globe. « A ce moment, ils doivent diminuer le rayonnement de la Terre vers les espaces célestes, et lui renvoyer une partie de la chaleur qu'ils reçoivent eux-mêmes du Soleil. » (*Annales de l'Observ. de Toulouse*, tom. I, pag. 252). On pourrait ajouter que l'anéantissement de leur vitesse et leur combustion dans l'atmosphère sont une source nécessaire de chaleur.

Il est certain que la marche de la température durant le cours de l'année, en outre de ses perturbations irrégulières, subit des inégalités périodiques bien marquées. Ainsi, il y a des jours où la température présente régulièrement, dans sa marche, des temps d'arrêt aussi sensibles qu'au commencement de février et de mai. Mais il n'est pas du tout établi que ces époques critiques coïncident avec des conjonctions d'astéroïdes, et qu'on ne puisse les expliquer autrement que par une offuscation du Soleil. Quant à l'influence calorifique des grandes apparitions d'étoiles filantes, elle nous paraît fort vraisemblable.

La discussion de cette question importante de météorologie s'écarte de l'objet spécial de nos recherches et ne saurait trouver place ici. Nous laisserons donc de côté les effets thermiques attribués aux étoiles filantes et leur influence possible sur le climat de notre globe; il nous suffit d'avoir prouvé, contrairement à l'opinion de Chladni et d'Erman, que l'on ne connaît pas d'offuscation ayant eu pour cause probable le passage d'un essaim d'étoiles filantes devant le Soleil.

Dans l'exposition du système de M. Erman, nous avons dû adopter provisoirement les idées de son temps sur la nature des anneaux météoriques. Ce système serait bien autrement compromis si l'on tenait compte de ce qu'on sait aujourd'hui relativement à la théorie des étoiles filantes.

Contrairement à l'opinion ancienne, il faut distinguer absolument les aérolithes des étoiles filantes. En effet, aux époques où ces dernières apparaissent en nombre incalculable et où le ciel est parcouru par des bolides de toute dimension, les chutes de pierres ne sont cependant pas plus fréquentes. Loin d'indiquer aucune coïncidence entre ces deux ordres de phénomènes, l'observation manifeste des différences essentielles dans les circonstances qui accompagnent leur apparition. Les aérolithes semblent appartenir au système solaire par leur origine, leur composition et leurs mouvements; les étoiles filantes lui sont étrangères, et leur nature est celle des comètes.

On a cru d'abord que ces essaims de météores, qui viennent s'enflammer dans notre atmosphère sans y laisser de trace appréciable, étaient de véritables groupes planétaires,

constituant des anneaux fermés peu excentriques, qui circuleraient avec la Terre autour du Soleil. Mais il n'en est pas ainsi : l'origine de cette poussière d'étoiles paraît être quelque comète qui, se détachant du système auquel elle appartenait, vient tomber des profondeurs de l'espace dans le domaine du Soleil. Seulement, au lieu de pénétrer en groupe compacte dans notre système, la nébulosité cométaire tend, à mesure qu'elle en approche, à se transformer en un long courant, une sorte de sillon lumineux, qui emploie plus ou moins de temps à passer au périhélie.

Quand la Terre rencontre sur son chemin un de ces torrents de petites comètes coulant dans une même direction, il s'ensuit une pluie d'étoiles qui paraissent diverger d'un même point du ciel : ce point radiant est γ du Lion pour les étoiles du 13 novembre, et la constellation de Persée pour celles du 10 août. Ces météores s'enflamment dans l'air, où leur vitesse diminue d'autant plus vite qu'ils sont moins denses et plus petits ; enfin, ils disparaissent à une très-grande hauteur, étant consumés bien avant d'atteindre le sol.

Lorsque la matière cométaire est répandue le long de sa trajectoire sur une longueur suffisante, on doit apercevoir les météores plusieurs années consécutives et à la même date. Il pourrait même arriver que la substance de la comète, dispersée sur la route que suit son centre de gravité, finit par réaliser matériellement l'orbite tout entière.

Parmi les comètes qui traversent ainsi notre système, quelques-unes, sous l'action perturbatrice d'une grosse planète, ont pu accidentellement rester enchaînées au Soleil, leur orbite primitivement hyperbolique ayant été changé en une ellipse. Alors, si la Terre rencontre une fois cette espèce d'anneau, chaque année, au même jour, elle le rencontrera encore : c'est ce qui a lieu pour les courants d'août et de novembre.

L'identification de ces essaims périodiques avec des comètes connues résulte de la comparaison de leurs orbites. Ainsi, l'on a constaté que l'essaim d'août coïncide avec l'orbite de la grande comète de 1862, et l'essaim de novembre avec la comète de Tempel (1866, 1). Ces comètes font partie de ces deux groupes d'étoiles filantes ; en particulier, si la comète de 1862 avait eu dans sa marche une avance d'un mois, elle aurait traversé l'atmosphère terrestre, tout comme l'amas de poussière qui la précédait sur son orbite¹.

La périodicité du phénomène des étoiles filantes se trouve donc dépendre de la durée de

¹ On a souvent pensé à rattacher le phénomène de l'aurore boréale à celui des étoiles filantes. Outre quelques coïncidences remarquables, on peut invoquer à l'appui de cette opinion une certaine périodicité de l'aurore boréale qui semble quelquefois se reproduire plusieurs années de suite au même jour. Ainsi, par exemple, vers le 18 octobre, le 17 novembre, le 22 février. Je citerai seulement les aurores des 17, 18, 19 oct. 1827 ; 15 oct. 1828 ; 17 oct. 1829 ; 16, 17 oct. 1830 ; 18 oct. 1835 ; 18 oct. 1836 ; 18 oct. 1837. Si réellement le passage de la Terre par certains points de l'espace, dans sa révolution annuelle, a une certaine influence sur l'apparition des aurores boréales, on sera naturellement amené à en chercher la raison dans ces mêmes courants de matière, circulant autour du Soleil, par lesquels on explique aujourd'hui les étoiles filantes.

la révolution, autour du Soleil, de l'essaim ou de la comète qui en fait partie. C'est 33 ans $\frac{1}{2}$ pour celui de novembre, ce qui correspond à une distance aphélie égale à 20 rayons de l'orbite terrestre. Si le phénomène d'août est moins marqué, c'est sans doute que l'ensemble de ces corpuscules se trouve distribué sur un plus grand arc de l'orbite, peut-être sur sa périphérie entière.

Il est admis depuis longtemps que la matière des comètes tend à s'épuiser en se disséminant dans l'espace. Les émanations qui forment la chevelure et la queue ne reviennent plus à la comète, dont la masse se désagrège et se dissipe peu à peu. Ainsi s'explique l'affaiblissement de la comète de Encke. De même pour la comète de Biela, qui, dédoublée à la fin de décembre 1845, puis revenue en 1852, n'a plus reparu depuis. L'éparpillement incessant de la substance cométaire en couches de poussière cosmique est visible sur les dessins de la comète de Donati dans ses diverses phases.

Quant à la manière dont s'effectue cette déperdition, ainsi que la transformation progressive de la comète en un courant ou un anneau, elle a été rattachée par M. Faye (*Comptes rendus*, tom. LXIV, pag. 552) au mode de production des queues. Sous l'influence solaire, ces astres émettent, vers leur périhélie, des queues gigantesques, aux dépens de leur propre substance. Ces appendices sont dirigés suivant le rayon vecteur : c'est dans cette direction que la comète semble fuser par les deux bouts¹; mais l'émission dirigée vers le Soleil rebrousse chemin en partie, et va se mêler à l'émission opposée. Une fois échappée à l'action de la comète, cette matière ne peut plus la rejoindre pour reproduire le corps primitif; elle continue toutefois à se mouvoir dans le même plan et dans le même sens. Une partie de ces molécules abandonnées se dissémine de toute part et va se perdre dans l'espace; mais ce qui demeure dans le système solaire pourra s'y grouper et s'agglomérer sous sa propre attraction, si faible qu'elle soit, constituant ainsi, au voisinage du Soleil, une trace matérielle, sensible et persistante, du passage de la comète.

Ces débris cométaires, nébulosités encore plus impalpables que l'astre dont elles dérivent, traversent en tous sens notre système sous forme de courants ou d'anneaux plans; et M. Faye leur attribue, outre les flux périodiques d'étoiles filantes, l'auréole des éclipses totales, et aussi la lumière zodiacale qui serait la perspective sur le ciel de l'ensemble de tous ces plans cométaires accumulés principalement suivant l'écliptique.

Sans insister davantage sur ces explications, qui ne se rattachent qu'indirectement à la question, on voit que la nouvelle théorie contredit absolument la base fondamentale du

¹ J'ai donné la théorie mathématique des modifications que subit l'atmosphère d'une comète sous l'action du Soleil, dans une série de mémoires publiés par l'Académie des sciences et lettres de Montpellier. — *Mémoire sur la figure des atmosphères des corps célestes*, 1854; — *Réflexions sur la théorie des phénomènes cométaires à propos de la comète de Donati*, 1860; — *Note sur la masse des comètes*, 1861; — *Nouvelles recherches sur la figure des atmosphères des corps célestes*, 1862. — Voyez aussi mes *Recherches sur les atmosphères des comètes*, dans les *Annales de l'Observatoire de Paris*, tom. V.

système de M. Erman, je veux dire ces conjonctions d'astéroïdes qui viendraient régulièrement, à six mois d'intervalle, s'interposer entre la Terre et le Soleil. Toutefois, nous aurons plus loin à examiner si, dans certains cas, un des courants d'origine cométaire dont on vient de parler, ne pourrait pas, en pénétrant dans notre atmosphère, donner lieu à des phénomènes du genre des offuscations.

EXPLICATION DES OFFUSCATIONS PAR LES BROUILLARDS SECS.

Parmi les faits d'obscurcissement anormal que nous avons étudiés dans la première partie de ce Mémoire, et en laissant de côté ceux pour lesquels on n'a que des renseignements incomplets, nous en trouvons plusieurs qui présentent à un haut degré l'apparence d'une offuscation. Mais, pour mettre en pleine évidence les traits essentiels de ces phénomènes, bornons-nous aux plus saillants, par exemple à ceux décrits aux §§ III, IX, XIII, XVI, XXIX, et résumons leurs caractères principaux.

Obscurcissement après la mort de César. Le Soleil resta, toute l'année, pâle et moins chaud que d'habitude; sa lumière était faible et sans éclat, l'air semblait épais, froid et sombre.

Même phénomène sous Justinien (536), qui dura quatorze mois. Le Soleil ne donnait qu'une partie de sa lumière; il paraissait triste, sans rayons, semblable à la Lune.

A la mort de Constantin, fils d'Irène (797), dix-sept jours. Le Soleil obscurci n'envoyait plus de rayons.

En Portugal, pendant deux mois (934), et en Italie. Le Soleil devint rouge de sang et perdit sa splendeur.

Plusieurs jours du mois d'avril 1547. Le Soleil triste et pâle semblait teint de sang, ou pareil à un globe de feu.

Telles sont les apparences qui se reproduisent invariablement dans toute offuscation; ce sont aussi celles qu'on observe dans l'état particulier de l'atmosphère connu sous le nom de BROUILLARD SEC. Humboldt l'a reconnu pour l'offuscation de 536, et cela est tout aussi vrai pour les autres. Indiquons rapidement ce que l'on sait sur ces brouillards.

Les brouillards proprement dits sont de la vapeur d'eau qui se condense ou se précipite en gouttelettes excessivement petites; leur apparition est toujours plus ou moins accompagnée d'humidité. Ce qui distingue au contraire le phénomène dont nous allons parler, c'est de coïncider avec une assez grande sécheresse de l'air: de là son nom de brouillard sec. A cela près, ses effets sont analogues à ceux du brouillard ordinaire; il pénètre l'atmosphère, en trouble la transparence, et voile les objets éloignés.

Dans son *Essai sur la nature et l'origine des différentes espèces de brouillards secs*¹, M. Ch. Martins en reconnaît de plusieurs sortes. † Les uns résultent de la fumée

¹ *Annuaire Météorologique*, 1851, pag. 207.

provenant de la combustion des tourbières; ils peuvent s'étendre sur une assez grande surface de pays, on les observe principalement en Hollande et dans l'Allemagne occidentale. 2° Le brouillard sec à l'horizon, ou fumée d'horizon (*callina* des Espagnols, *quobar* de l'Éthiopie), dont l'origine est inconnue, différant des autres en ce que le ciel reste clair et serein au zénith, est plus commun dans les régions chaudes que dans les pays froids. Le hâle, cette vapeur bleuâtre qui trouble l'atmosphère pendant les temps secs continus¹, paraît être de même nature. 3° Les brouillards secs analogues à celui de 1785 se distinguent par leur plus grande étendue et leur durée. M. Martins les attribue à des émanations volcaniques; ce sont les plus importants et les seuls qui nous intéressent ici. Pour s'en faire une idée exacte, il faut consulter les descriptions du brouillard de 1783, qui couvrit une grande partie de l'Europe pendant plusieurs mois. (Martins, *loc. cit.*, pag. 211; Arago, *Ann. de 1832*, pag. 244.)

Ce brouillard a régné de la Norvège à la côte septentrionale d'Afrique; vers l'est, il s'étendit en Syrie et jusqu'à l'Altai; on l'a observé aussi dans une grande partie de l'Amérique du Nord (Arago). La durée totale de son apparition a été du 24 mai au 8 octobre. Vu d'abord à Copenhague, puis à la Rochelle le 6 juin, on le remarque presque partout du 16 au 18 juin, en France, en Allemagne, en Italie; le 22 il est signalé en Norvège, le 25 à Moscou; à la fin du mois en Portugal, à Bude, en Syrie. Sa marche générale en Europe est du nord au sud et de l'ouest à l'est.

Les physiciens qui l'ont observé ont trouvé qu'il n'agissait pas sur l'hygromètre. A Genève, pendant que le brouillard était le plus dense, l'hygromètre à cheveu n'indiquait que 68, 67, 65 et même 57 degrés.

« C'était, dit Senebier, une vapeur bleuâtre, quelquefois rougeâtre, jamais grise comme les brouillards ordinaires; elle colorait les objets en bleu. » Cette dernière circonstance peut être notée comme rappelant les observations de Soleil bleu citées plus haut.

On l'a comparé à de la poussière, et de Saussure l'appelle une vapeur sèche. Selon les montagnards bernois, lesquels, dit-il, se connaissent si bien en brouillard, c'était une fumée.

¹ « Quand depuis plusieurs jours le temps est décidément au beau, l'air n'est pas parfaitement transparent, on y voit nager une vapeur bleuâtre qui n'est pas aqueuse, puisqu'elle n'affecte pas l'hygromètre, mais dont la nature ne nous est pas encore connue. » (De Saussure; *Essai sur l'hygrométrie*, § 355.)

Selon M. De la Rive (*Comptes rendus*, tom. LXIV, pag. 1221), cette moindre transparence de l'air, quand il est très-sec, serait due à ce que la vapeur d'eau dissout en partie les impuretés que contient l'atmosphère et la rend ainsi plus translucide. Les germes organiques qui flottent dans l'air sec y forment un léger brouillard qui intercepte un peu la lumière des objets éloignés; mais, dès que survient une humidité générale, le brouillard disparaît, soit parce que ces germes, étant d'une nature organique, deviennent pour la plupart transparents en absorbant la vapeur aqueuse, soit surtout parce que l'eau qu'ils ont absorbée, en les rendant plus pesants, les fait tomber sur le sol.

Voici quels furent, sur la visibilité du Soleil et des autres astres, les effets de ce brouillard, que l'on peut considérer comme le type de tous ceux du même genre.

A Copenhague, on pouvait fixer le Soleil tant qu'il n'avait pas dépassé une hauteur de 20 à 30 degrés au-dessus de l'horizon.

A Laon, pendant le jour, la lumière du Soleil était d'une couleur orangé pâle ; à son coucher, cet astre paraissait d'un rouge de feu. La Lune présentait un aspect analogue.

A Narbonne, le Soleil ne devenait visible qu'à une hauteur de 12 degrés. Il était alors rouge de feu, sans rayons, et pouvait être fixé. Vers midi, il était pâle, rougeâtre, et rayonnait faiblement.

A Genève, le 3 juillet, on le comparait à un boulet d'un rouge obscur, distinctement terminé.

A Padoue, on fixait le Soleil sans verre coloré ; il paraissait blanc et pâle à midi, et rouge près de l'horizon. La nuit, les étoiles de première grandeur étaient seules visibles, encore disparaissaient-elles avant d'atteindre l'horizon.

A Manheim, le Soleil, la Lune et Vénus, vus au télescope, avaient leurs bords bien terminés, jamais ondulants comme cela a lieu par un ciel serein chargé de vapeurs. Au moment de leur culmination, les étoiles ne scintillaient pas, beaucoup étaient invisibles.

Les observations faites en d'autres lieux nous dépeignent aussi le ciel comme voilé avec une teinte grisâtre, l'air sans transparence, l'horizon sombre et effrayant à voir ; tandis que le Soleil, rouge de sang, dépouillé de son éclat, peut être fixé au méridien, ne devient visible qu'à une certaine hauteur, et s'éteint avant de se coucher.

Voilà bien manifestement les traits caractéristiques d'une offuscation du Soleil ; et quand nous rencontrons dans les chroniques un récit d'obscurcissement accompagné des mêmes circonstances, ne sommes-nous pas en droit de lui supposer une cause de même nature, de l'expliquer par un état de l'atmosphère analogue au brouillard sec ?

Le brouillard de 1783 a été attribué à la dissémination dans l'air de la fumée des volcans : il y eut en effet, cette année-là, de grandes éruptions volcaniques. On a objecté à cette explication une circonstance dont elle ne rendrait pas compte, c'est la phosphorescence du brouillard qui semblait doué d'une lumière propre ; d'après plusieurs observateurs, cette lueur permettait, même à minuit, de lire en plein air. Mais, en supposant le brouillard suffisamment élevé dans l'atmosphère, on conçoit qu'il puisse réfléchir la lumière du Soleil de manière à donner lieu à une sorte de crépuscule.

Il y a eu un brouillard analogue de nos jours, en 1851. Il fut remarqué pour la première fois sur la côte d'Afrique le 5 août, à Odessa le 9, dans le midi de la France et à Paris le 10, à New-York le 15. La lumière du Soleil était assez affaiblie pour qu'on pût l'observer tout le jour à l'œil nu. Sa couleur aussi fut altérée : on a vu le disque solaire bleu d'azur, d'autres fois verdâtre ou vert d'émeraude. Le brouillard semblait phosphorescent : en Sibérie, à Berlin, à Genève, on put dans le mois d'août, à minuit, lire les plus petites écritures. (Arago, *Ann.* 1852, pag. 247-250).

Connaissant les caractères essentiels de ce singulier phénomène, on en distinguera sans

peine les apparitions, même alors qu'il se présente sous de minimes proportions, comme cela arrive fréquemment: car les brouillards secs ne sont pas aussi rares qu'on le croit. M. Kaemtz (*Météorologie*, pag. 467) décrit un épais brouillard sec observé en mai 1834, et l'on pourrait citer bien d'autres exemples¹.

M. Phipson (*Comptes rendus*, tom. LII, pag. 1352) en a signalé un en juin 1851. Cet observateur, qui a vu plusieurs fois de pareils brouillards à Bruxelles et à Londres, leur attribue les caractères suivants. Ils paraissent le plus souvent aux mois de mai ou juin; ils sont tout à fait secs, et ont une odeur particulière; le vent le plus fort et la pluie même ne les dissipent pas; ils sont quelquefois phosphorescents; enfin, selon lui, ils devraient leur qualité de brouillards secs à ce que, étant électro-négatifs, ils ne peuvent pas venir en contact avec les objets à la surface de la Terre qui, elle aussi, est électrisée négativement: c'est pourquoi ils n'affectent pas l'hygromètre et ne mouillent pas le gazon.

Selon M. Coulvier Gravier, «le brouillard sec a lieu principalement en juin. Lorsqu'il se produit, l'azur du ciel est mat, ou plutôt le ciel est gris, en l'absence de tout nuage; le Soleil a une teinte rougeâtre; les objets lointains sont effacés ou n'apparaissent qu'à travers un voile de vapeur; une partie des étoiles filantes que l'on devrait apercevoir échappe à la vue. Tous les ans, ce gris du ciel est visible; quelquefois sa durée est courte, d'autres fois au contraire il prend de la consistance, devient plus dense, et s'étend à des régions fort éloignées.»

Si le brouillard sec est rarement observé, c'est parce qu'on n'y fait guère attention. Il est vrai que, le plus souvent, il ne rappelle que de bien loin le grand phénomène de 1783, et il échappe à un observateur peu exercé. Ses apparitions légères et de courte durée doivent plutôt être assimilées au hâle et à la callina, elles méritent toutefois d'être notées.

J'ai signalé un fait de ce genre², observé en Suisse le 14 juillet 1863, et décrit par M. Ch. Dufour³, professeur à Morges (canton de Vaud). Ce phénomène ne fut pas simplement local, car je le constatai en même temps à Montpellier, où il fut sensible quoique beaucoup plus faible. Il a présenté les traits ordinaires d'un brouillard sec, et rappelle en petit les offuscations. M. Dufour, se rangeant à l'opinion de ceux qui attribuent ces brouillards à la fumée rejetée par les volcans, fait remarquer qu'en juillet 1863 il y eut de fortes éruptions des volcans italiens.

¹ Le 11 septembre 1812, M. Gasparin, en gravissant le mont Ventoux en Provence, traversa un nuage épais qui ne mouillait pas les habits, qui ne ternissait pas les métaux, qui ne faisait pas marcher l'hygromètre à l'humidité, qui enfin paraissait sous tous les rapports semblable au brouillard de 1783. (Arago: *Ann. de 1832*, pag. 252.)

² *Comptes rendus*, tom. LX, pag. 806 (séance du 17 avril 1865).— Note sur un phénomène d'obscurcissement du Soleil dû à un brouillard sec; *Mém. de l'Acad. des scienc. et lett. de Montpellier*, tom. VI, pag. 217.

³ Note sur le brouillard sec de juillet 1863; *Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles*, n° 52.

ORIGINE DES BROUILLARDS SECS.

N'ayant pas à approfondir ici la question des brouillards secs, je ne discuterai pas les diverses explications qui ont été proposées. Il convient cependant de les indiquer en peu de mots. J'ai déjà dit que les fumées provenant de vastes incendies de forêts avaient été considérées comme l'origine des brouillards secs; mais cette explication, vraie pour quelques-uns, ne saurait être considérée comme générale.

L'explication par des émanations volcaniques a réuni jusqu'à présent le plus grand nombre d'adhésions. Il est incontestable, en effet, que beaucoup d'éruptions ont été accompagnées de phénomènes analogues aux brouillards que nous avons décrits. Des cendres sont transportées à d'énormes distances du volcan d'où elles émanent. Enfin, des brouillards surviennent aussi à la suite de tremblements de terre.

Aux §§ v, vi et xxiii, on a cité des tremblements de terre accompagnés d'une obscurité extraordinaire, sans qu'il soit possible de savoir si ce fut par l'effet d'un brouillard ou par la présence d'épais nuages.

Lors de l'éruption du Vésuve qui détruisit Herculanium et Pompeï, le vent en porta les cendres et la fumée non-seulement jusqu'à Rome, mais même jusqu'en Égypte¹. — Nous avons parlé au § x des pluies de cendres de 472 et de 566.

Le jeudi 18 janvier 1501, « sero in noctis tenebris, arenam plurimam pluit Dominus super terram; et in eadem nocte, ante auroram usque ad diem, pluit cinerem mixtum cum sulphure in aliquibus partibus, in maxima quantitate. Et eodem die, insula Isolæ ardere cœpit, ita quod homines habitantes in ipsa insula ab inde recesserint. » (Chron. Cavenise; ap. Muratori, *Rer. Ital. script.*, tom. VII, pag. 931.)

« Notre atmosphère, dit Arago, est souvent envahie dans des étendues considérables par des matières qui troublent fortement sa transparence. Ces matières proviennent quelquefois de volcans en éruption. Témoin l'immense colonne de cendres qui, dans l'année 1812, après s'être élevée du cratère de l'île Saint-Vincent jusqu'à une grande hauteur, fit la nuit en plein midi sur l'île de la Barbade.

» Ces nuages de poussière se sont montrés de temps à autre dans des régions où il n'existe aucun volcan. Le Canada surtout est sujet à de tels phénomènes. Dans ce pays, on a eu recours, pour en donner l'explication, à des incendies de forêts. Les faits n'ont pas toujours semblé pouvoir se plier exactement à l'hypothèse. Ainsi, le 16 octobre 1785, à Québec, des nuages d'une telle obscurité couvrirent le ciel qu'on n'y voyait pas à midi pour se

¹ « Tantus fuit cinis, ut inde pervenerit in Africam, Syriam et Ægyptum, introieritque Romam, ejusque aerem compleverit, et solem obscuraverit. Id Romæ accidit paucis post diebus, quum omnes ignorarent id quod factum erat in Campania ». (Xiphilinus, *Epitome Dionis*, 1592, pag. 227.)

conduire. Ces nuages couvraient un espace de 120 lieues de long sur 80 de large. Ils avaient semblé provenir du Labrador, contrée très-peu boisée, et n'offraient nullement les caractères de la fumée.

» Le 2 juillet 1814, des nuages semblables à ceux dont il vient d'être question, enveloppèrent en pleine mer les navires qui se rendaient au fleuve Saint-Laurent. La grande obscurité dura depuis la soirée du 2 jusqu'à l'après-midi du 3. » (*Ann. de 1846*, pag. 393.)

Le *Catalogue des chutes de pierres* de Chladni (*Ann. de 1826*, pag. 476) donne l'indication suivante, qui se rapporte au même fait : « 3 et 4 juillet 1814, grande chute de poussière noire au Canada, avec apparition de feu. »

Dans son *Essai sur la nature des brouillards secs*, M. Ch. Martins a développé les preuves qui lui semblent rattacher le brouillard de 1783 aux éruptions volcaniques et aux tremblements de terre, en un mot aux perturbations de la croûte solide du globe. Il rappelle que l'Islande, pendant l'été de cette année, fut le théâtre permanent d'un véritable incendie de terre. Il invoque, à l'appui de ses idées, les phénomènes de la Barbade, en mai 1812, et les émanations de fumée ou de vapeur qui ont précédé ou suivi des tremblements de terre.

Durant ces commotions souterraines on observe parfois des brouillards qui rappellent les offuscations. Humboldt en a fait la remarque; nous l'avons déjà dit au § xxiii. Quelquefois aussi, des émanations terrestres semblent avoir joué un rôle dans ces phénomènes d'obscurcissement ¹.

Le 4 janvier 1641, à la suite de l'ouverture d'un volcan à Sanguiz dans les îles Philippines, il y eut une pluie de cendres qui s'étendit jusqu'à 40 lieues de distance. A Manille, on entendit de fortes détonations, et le jour se changea en une véritable nuit. A deux heures, les ténèbres étaient telles que l'on ne distinguait pas sa propre main placée devant les yeux. (*Mém. de l'Acad. de Dijon*, 1860, pag. 158.)

Pour ce qui est des effets de coloration anormale du Soleil qui accompagnent les offuscations, on s'en rend compte, quelle que soit la théorie adoptée relativement à la cause du brouillard sec. C'est la vapeur d'eau atmosphérique qui produit ces apparences de soleil rouge, blanc pâle, ou bleu; c'est au mode de condensation de la vapeur dans l'air et à son passage à l'état cristallin que se rattachent les apparitions de couronnes et de halos. Il

¹ Pendant les fortes secousses ressenties à Spolète, le 28 juillet 1804, la Lune parut d'un rouge de sang, et l'air se remplit ensuite de vapeurs épaisses qui éclipsèrent entièrement cet astre. (A. Perrey, Recherches sur les tremblements de terre; *Comptes rendus*, tom. XVII, pag. 621.)

A Forli, le ciel s'étant éclairci après les secousses du 21 septembre 1813, le Soleil en reparaissant était d'une couleur pâle. — Avant les secousses des 11 et 12 août 1824, on remarqua en Toscane un brouillard d'une nature particulière autour de cet astre. — Il avait paru d'un rouge ardent à son lever, le 31 décembre 1802, jour où l'on ressentit un tremblement de terre à Sisteron. (*Ibid.*, pag. 622.)

n'est donc pas surprenant de voir ces phénomènes coïncider avec des offuscations. Suivant M. Quetelet, « une forte aurore boréale est souvent accompagnée par un cercle autour de la Lune ou des parhélies, et presque toujours par un abaissement du thermomètre. » (*Bull. de l'Acad. de Belgique*, 1834, pag. 299.) Une perturbation dans la température est la conséquence obligée d'un brouillard anormal, comme de tout dérangement survenu dans l'état régulier de l'atmosphère.

Nous terminerons ce résumé de la théorie volcanique des brouillards secs en disant que cette explication fut proposée, dès 1783, par Mourgue, auquel on doit une description très-exacte de ce phénomène¹, qui fut observé à Montpellier du 17 juin au 22 juillet, et puis du 12 août au 14 septembre, mais avec un peu moins d'intensité.

Les poussières qui viennent altérer la transparence de l'air ne sont pas toujours volcaniques. Dans certains cas, elles tirent leur origine des déserts sablonneux, et sont emportées par les vents qui balayent la surface terrestre. Sur la côte occidentale de l'Afrique règne périodiquement un vent appelé *harmattan*, lequel est toujours accompagné d'un brouillard assez épais pour ne donner passage à midi qu'à quelques rayons rouges du Soleil. Les particules dont ce brouillard est formé se déposent sur le gazon, sur les feuilles des arbres et sur la peau des nègres, de telle sorte que tout paraît alors blanc. (*Arago, Ann. de 1832*, pag. 256.)

Tel est encore un obscurcissement particulier du ciel, assez fréquent dans l'Italie méridionale, et surtout en Sicile, qu'on désigne sous le nom de brouillard sec ou d'état nébuleux (*stato nebbioso del cielo*). Il coïncide avec des vents du sud chauds et secs. On comprend que le siroco, qui a pris naissance aux déserts de l'Afrique, soulève dans les plaines arides du Sahara des flots de sable, les charrie au loin et ne les abandonne que peu à peu. C'est l'opinion du Dr de Vivenot, qui a observé ce phénomène en Sicile²; il cite comme preuve

¹ Recherches sur l'origine et sur la nature des vapeurs qui ont régné dans l'atmosphère pendant l'été de 1783, par Mourgue de Montredon; présentées à la Société royale des sciences de Montpellier, et insérées dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, vol. de 1781, pag. 754.

Le 17 juin, on aperçut à Montpellier l'atmosphère couverte de vapeurs épaisses, semblables aux brouillards qu'on voit pendant l'hiver. Le 18, les vapeurs parurent plus épaisses et très-basses: on ne voyait pas distinctement les objets, tels que les maisons ou les arbres, à une petite distance. On fut étrangement surpris de ne pas observer la moindre humidité sur le sol ni sur les plantes. Ces vapeurs n'étaient point aqueuses, elles ne mettaient pas en déliquescence les sels qui en sont le plus susceptibles. Le brouillard dura sans interruption jusqu'au 22 juillet, jour où il survint un violent orage. Pendant tout ce temps, le soleil ne donna qu'une lumière pâle; il n'était pas rayonnant, et son disque paraissait, matin et soir, rond et rouge comme la pleine lune à l'horizon.

² Vivenot, *Ueber eine eigenthümliche Trübung des Himmels in Sicilien*, Wien, 1866. — Ém. Bertin, *Quelques réflexions sur les poussières atmosphériques...*, Montpellier, 1867.

une pluie de sable constatée à Rome et à Tunis, le 13 mars 1863, tandis qu'à Palerme le ciel présentait à un haut degré cet obscurcissement d'un caractère tout spécial.

Quelquefois c'est une trombe qui, aspirant le sable du désert, l'élève à d'énormes hauteurs ; les courants atmosphériques le transportent au loin, jusqu'à ce qu'il vienne enfin se déposer sur le sol. Ainsi s'explique la pluie de sable qui tomba le 13 février 1863 sur une partie de l'archipel des îles Canaries. Le pic de Ténériffe, alors couvert de neige, fut, pendant plusieurs heures et jusqu'à son sommet, coloré en jaune par une poussière identique, à la ténuité des grains près, avec celle du Sahara. (*Comptes rendus*, tom. LVII, pag. 363.)

Ces poussières arrivent sur le sol sous forme de pluies colorées, lorsqu'une averse subite les entraîne en quantité suffisante pour les rendre visibles. Soumis à l'analyse, le résidu terreux de ces pluies indiquera s'il est formé de poussières ordinaires, de cendres volcaniques, ou bien de substances météoriques, c'est-à-dire analogues aux aérolithes, mais extrêmement divisées.

Chladni a consacré aux « Chutes de poussières » un chapitre de son *Catalogue*, reproduit par Arago (*Astr. pop.*, tom. IV, pag. 208). Ces phénomènes y sont moins nombreux que les aérolithes, et, parmi les exemples cités, il en est dont l'origine extra-terrestre est discutable : ils s'expliqueraient également par des émanations de volcans, et ne se distinguent guère des faits consignés plus haut.

Mais, d'autre part, la fréquence des chutes météoriques conduit à penser que, puisqu'il existe dans l'espace une immense quantité de ces corps, il doit s'en trouver de toute dimension, depuis les plus gros aérolithes jusqu'aux poudres les plus ténues. Il se peut aussi qu'une météorite de grande dimension, mais de nature friable ou peu cohérente, vienne à se désagréger dans l'air humide, et nous arrive non plus sous forme de pierre, mais à l'état pulvérulent. Tant que les corpuscules restent suspendus dans l'air, ils en modifient la transparence : de là une autre explication des brouillards secs.

C'est ordinairement avec accompagnement de lumière et de bruit que ces corps traversent notre atmosphère ; ils y perdent leur vitesse et se consomment¹, ou bien ils finissent par descendre à la surface du sol, en masse ou en pluie de cendres.

Les poussières que nous appelons météoriques, ne différant pas essentiellement des aérolithes, doivent présenter des caractères analogues. C'est ainsi qu'on les distinguera des cendres volcaniques, tout en tenant compte des circonstances qui ont accompagné leur chute, telles que pluie de pierre, détonation, explosion d'un bolide ou météore lumineux.

¹ Chladni pensait que les substances minérales qu'on trouve en dissolution dans l'eau de pluie proviennent en grande partie de ces météores, ou des produits de leur combustion lorsqu'ils s'enflamment au contact de l'air. Les globes filants, en si grand nombre, qui viennent brûler dans l'atmosphère, doivent y laisser, sous une forme quelconque, des débris qui font désormais partie de notre globe.

La preuve irrécusable de leur origine serait d'offrir l'aspect physique et la composition chimique des aérolithes, caractérisés généralement par la présence du fer à l'état métallique, lequel manque dans les roches terrestres, du nickel, et souvent de quelques parties de chrome¹.

Le doute qui subsiste touchant la nature de certaines chutes de poussière, tient principalement à l'absence d'analyse de la substance tombée. Il est alors bien difficile de se prononcer².

Voici des faits de ce genre empruntés au Catalogue de Chladni :

Le 3 décembre 1586, à Verde en Hanovre, chute de beaucoup de poussière rouge et noirâtre, avec éclairs et tonnerre. Cette matière brûlait les planches sur lesquelles elle tombait.

Le 21 mai 1737, chute de terre attirable à l'aimant, sur l'Adriatique.

1813. 13 et 14 mars, en Calabre, Toscane et Frioul, grande chute de poussière rouge et de neige rouge, avec beaucoup de bruit. Il tomba en même temps des pierres à Cutro, en Calabre. Cette poussière contenait 14 1/2 pour cent de fer. (*Bibl. brit.*, tom. LV, 1814, pag. 356.)

En novembre 1819, à Montréal et dans la partie septentrionale des États-Unis, pluie et neige noires, accompagnées d'un obscurcissement du ciel extraordinaire, de secousses, de détonations et d'apparitions ignées qu'on a prises pour des éclairs très-forts. (*Annales de chimie*, tom. XV.)

Enfin, dans les *Comptes rendus* (tom. III, pag. 51), il est fait mention d'une pluie d'aérolithes dans la ville de Kandahar (Afghanistan), suivie d'un brouillard qui obscurcit les rayons du Soleil durant trois jours. Ce brouillard suppose-t-il une pluie de cendres? En tout cas, on voit que ces divers phénomènes se lient intimement au sujet de nos recherches.

S'il est si difficile de se prononcer sur l'origine cosmique ou terrestre des brouillards

¹ Il y a cependant des aérolithes ne renfermant pas de fer métallique, par exemple, les météorites charbonneuses d'Alais et d'Orgueil, et quelques autres d'une nature encore plus singulière, dont nous parlerons plus loin.

² « Le 6 avril 1719, il tomba dans la mer Atlantique, à 45° de latitude nord et 322° 45' de longitude (57° 45' à l'ouest de Paris), une pluie de sable qui dura depuis dix heures du soir jusqu'au lendemain à une heure après midi. Elle fut précédée par une lumière semblable à celle qui fut vue à Paris le 30 mars (une aurore boréale), mais de moindre durée. Le vent était alors à l'ESE. Le capitaine du vaisseau et tous ceux qui y étaient ont attesté ce fait au P. Feuillée, à qui ils ont donné de cette pluie, qu'il avait été facile de garder. Il en a fait voir un petit paquet à l'Académie : c'est du sable commun et fort fin. La terre la plus proche du lieu déterminé est l'île Royale (île du cap Breton dans le golfe Saint-Laurent), qui en est à 8 ou 9 lieues. La pluie de sable aura donc fait au moins ce chemin-là dans l'air. » (*Hist. de l'Acad. des sc.*, 1719, pag. 23.)

anormaux et des chutes de poussière, c'est que les éruptions de volcans et même les simples tremblements de terre sont souvent accompagnés, tantôt d'obscurcissements tels que ceux que nous avons indiqués, tantôt de météores ignés ou de lueurs phosphorescentes¹.

Toutefois, M. Al. Perrey, qui a tant étudié ce point important de la physique du globe, pense qu'on ne saurait encore décider, d'après les faits, s'il y a une connexion réelle entre ces diverses manifestations, ou s'il n'y faut voir qu'une simultanéité fortuite. (*Recherches sur les tremblements de terre*; *Comptes rendus*, tom. XV, pag. 646 et tom. XVII, pag. 621.)

Il est certain que de violentes commotions souterraines donnent lieu à des dégagements de vapeurs, de gaz, de fumées, avec accompagnement de chaleur, d'électricité et de lumière : de là, une perturbation dans l'atmosphère, qui peut se traduire par des phénomènes météorologiques, lumineux ou autres. Mais s'il existe véritablement une relation entre les tremblements de terre et les apparitions de météores ignés, il serait plus conforme aux idées reçues sur la nature de ces météores de considérer le tremblement de terre comme l'effet, et d'en rechercher la cause dans le passage aux environs de notre globe d'un de ces tourbillons, dont l'influence, exagérée sans doute, ne saurait pourtant être absolument insensible. Or un courant météorique assez considérable pour agir par attraction sur l'écorce superficielle du globe et lui imprimer un mouvement vibratoire, agirait aussi par son influence magnétique, d'où apparition d'aurores boréales et perturbation de l'aiguille aimantée (Al. Perrey).

L'explication des brouillards secs par des poussières cosmiques se rapproche de l'hypothèse de Chladni, en ce sens que l'une et l'autre font intervenir des corps étrangers à notre

¹ Pendant le tremblement de terre du 1^{er} décembre 1769, ressenti à Paris et dans la vallée de la Seine, les secousses furent violentes à Elbeuf, où le fleuve mugissait et bouillonnait; et l'on vit une multitude d'étoiles filantes, qui laissaient des traînées beaucoup plus enflammées que les corps eux-mêmes. A Houlme, village à une lieue de Rouen, on aperçut au ciel une lumière brillante.

Le 10 septembre 1822, à 11^h 30 du soir, fort tremblement de terre à Carlstadt (Suède), précédé d'un bruit semblable à celui du canon, et accompagné de l'apparition d'un grand nombre d'étoiles filantes très-brillantes. Le lendemain on a trouvé des aéroolithes en différents endroits.

Lors du tremblement de terre du 2 mars 1373, à Montpellier, on vit, dans la direction du nord, des lueurs qui semblent être une aurore boréale. « Lo dimecres de las Cenres que era lo segon jorn de mars, apres mieja nueg, entorn a VIII horas de nueg, fo general terra tremol cays per tota crestiandat, e duret per espasi de i Miserere mei, e foron vistz en laer alcus lums vas lo pues de Sant Lop. » (*Petit Thalamus*, pag. 388)

La même chronique signale une autre aurore boréale le 7 décembre 1372. « I dimars a VII de dezembre, entorn solelh levant, fon vist lo cel e tot laer vermeh coma sanc o fuoc, e pueys tornet gruec, e duret entorn II horas per tot. » (*Ibid.*, pag. 388.)

globe. Mais il y a cette différence essentielle que, dans les idées de Chladni, les astéroïdes n'ont pas besoin d'atteindre la Terre; c'est en suivant leur route ordinaire qu'ils passent entre notre globe et le Soleil, et nous l'éclipsent un moment. Suivant l'autre explication, ces corps, se rencontrant sur la route de la Terre ou déviés par son attraction, pénètrent dans l'atmosphère à l'état de poudre impalpable, y demeurent suspendus, et en troublent la transparence durant un temps plus ou moins long. L'époque d'un brouillard, d'une offuscation, peut ainsi être fort éloignée du moment où la substance météorique est réellement entrée dans la sphère d'attraction de la Terre. Cette dernière explication est donc à l'abri des objections que nous avons faites à l'hypothèse de Chladni. Seulement, il faut supposer une bien grande abondance de ces poussières, pour que l'atmosphère en soit envahie dans l'immense étendue qu'ont embrassée certaines offuscations.

Enfin, quelques-uns ont pensé que la Terre venant à rencontrer une queue de comète, celle-ci pourrait déposer dans l'air la substance même du brouillard sec. Cette opinion n'est appuyée jusqu'à présent sur aucun fait positif. Cependant, ce que nous avons vu plus haut de l'origine des étoiles filantes montre que la rencontre d'une comète avec la Terre donnerait lieu à des phénomènes atmosphériques de ce genre; mais comment savoir *à priori* quels seraient ces phénomènes? Une comète de nature analogue aux essais d'août et de novembre, produirait sans doute une pluie d'étoiles filantes. Quelque autre, se rapprochant de la nature des aéroolithes, pourrait bien laisser en suspension dans l'air un nuage de poussière, et diminuer ainsi, pour un temps, sa transparence. Toutes ces suppositions sont plausibles, et il serait aisé de les varier encore, de manière à rendre compte des diverses circonstances d'une offuscation; seulement il leur manque le contrôle de l'expérience.

Mais c'est trop s'arrêter à ces considérations hypothétiques. Ce sont plutôt des faits que nous avons voulu réunir dans notre travail; laissons au lecteur le soin d'en tirer les conséquences et de se former une opinion probable sur un sujet encore incertain.

CONCLUSION.

Les phénomènes étudiés dans ce Mémoire sous le nom d'offuscations, ont longtemps embarrassé les astronomes, parce qu'on en méconnaissait le vrai caractère. Mettant de côté les faits apocryphes ou défigurés par la tradition, et les éclipses de Soleil mal observées ou recueillies sans discernement, il en reste encore un bon nombre d'authentiques¹. En

¹ Aux cas d'offuscation déjà cités on peut ajouter le suivant :

An 1721. « On vit en Perse, pendant l'été de 1721, un phénomène semblable à celui que nous avons observé pendant l'été de 1783 : à travers des brouillards secs dont l'atmosphère était couverte, on voyait le soleil d'un rouge obscur que l'on prenait pour la couleur du sang. Ce phénomène dut s'étendre bien au loin, car on l'aperçut en Italie, en France, à Paris. » (Mourgue, *Mém. de l'Acad. des sciences*, vol. de 1784, pag. 763.)

les discutant avec soin, on reconnaît sans peine les exagérations dont ils ont été l'objet, et l'on réduit à sa juste valeur le merveilleux qui les a entourés jusqu'ici.

En dehors des éclipses dues à l'interposition de la Lune, jamais le Soleil n'a perdu de sa lumière au point d'occasionner une sorte de nuit. Les prétendues apparitions d'étoiles en plein jour se réduisent à quelque planète accidentellement visible vers l'époque d'une offuscation.

Les théories plus ou moins ingénieuses imaginées pour expliquer ces apparences extraordinaires deviennent dès-lors superflues : ainsi, l'hypothèse d'une perturbation momentanée dans la photosphère, — l'hypothèse de l'occultation du Soleil par une masse cosmique, — ou du passage au-devant de cet astre d'une épaisse nuée d'astéroïdes.

Le caractère commun aux véritables offuscations, c'est de reproduire les effets du brouillard de 1783 sur la visibilité du Soleil et des autres astres. Sous cette influence, le ciel perd sa couleur bleu d'azur et sa transparence; ses profondeurs sont envahies par une sorte de fumée, à travers laquelle il apparaît sombre et triste. En même temps, le Soleil diminue d'éclat jusqu'à pouvoir être fixé : il n'envoie que peu de chaleur, et prend une teinte ordinairement rougeâtre. Voilà ce qu'il y a de constant et de fondamental dans les apparences, variables d'intensité et de durée, que nous offrons les exemples examinés plus haut en détail. C'est pourquoi nous avons cru devoir les rattacher au phénomène météorologique du brouillard sec.

On ignore encore la nature de cet état singulier de l'atmosphère, analogue aux brouillards, sauf l'humidité. Plusieurs explications ont été proposées, qui sont également admissibles, et chacune peut-être a sa part d'influence dans la production des faits que nous avons cités.

Certaines éruptions volcaniques ont répandu dans l'air des cendres et des fumées qui en troublaient la transparence d'une manière permanente, et s'étendaient à grande distance de leur point de départ. Il peut en être de même des émanations qui accompagnent les grandes secousses de tremblements de terre.

Des flots de sable soulevés et transportés par une trombe ou par des vents réguliers, suffisent pour obscurcir le ciel et lui donner pendant plusieurs jours l'aspect nébuleux qui caractérise les offuscations.

Des poussières d'origine cosmique, pénétrant dans l'atmosphère en quantité considérable, produiraient sans doute le même effet. Il est permis de penser que plusieurs offuscations n'ont pas eu d'autre cause.

Quelle que soit l'explication définitive, nous croyons avoir établi la liaison et le principe commun de deux ordres de faits qu'il importait de rapprocher. Les offuscations dont l'histoire nous a conservé le souvenir, ne diffèrent que par les proportions d'un phénomène dont tout observateur attentif a été plusieurs fois témoin, de ce que les météorologistes appellent un brouillard sec.

APPENDICE

SUR LES ANCIENNES OBSERVATIONS DE L'AURORE BORÉALE ET DES MÉTÉORES COSMIQUES.

On trouve dans les auteurs anciens, et surtout dans les chroniques du moyen-âge, un grand nombre de faits qui se rapportent à l'aurore boréale et aux météores cosmiques, tels que bolides, étoiles filantes, aéroolithes, etc. Le plus souvent ils y sont consignés sous le nom de prodiges, soit qu'ils aient paru contraires au cours ordinaire de la nature, soit qu'on les ait considérés comme présages d'événements contemporains. Ces phénomènes ne diffèrent pas en réalité de ceux qui se passent aujourd'hui sous nos yeux, mais ils ont pu être altérés ou exagérés, et il n'est pas toujours facile d'en apercevoir la nature et de les ramener à leurs vraies proportions.

Pour interpréter les observations que nous ont transmises les historiens, il faut connaître le sens de certaines locutions qu'ils emploient dans leurs récits, et sur lesquelles les commentateurs ne sont pas d'accord ; sans cela, on est exposé à confondre des phénomènes très-différents. Dans les documents réunis ici se rencontrent tous ces prodiges, aurores polaires, globes filants, chutes de pierres, pluies colorées, halos et parhélies. L'examen comparatif des anciennes descriptions permettra de distinguer ces divers ordres de faits, et de préciser la signification des termes dont on s'est servi pour les désigner.

I

Dans nos climats, l'aurore boréale se manifeste d'abord par une clarté inaccoutumée dans la région nord du ciel. L'horizon s'éclaire d'une sorte de crépuscule comparable à celui qui précède le lever de la Lune, et qui simule quelquefois un vaste embrasement. Cette bande lumineuse est ordinairement interrompue par d'épais nuages, ou du moins par une région plus sombre. Au-dessus, apparaît une lueur rouge, fort vive par moments, dont le bord n'est pas nettement terminé. Bientôt des rayons ou faisceaux de lumière s'élèvent à peu près verticalement, s'évanouissant ensuite, pour reparaitre sur d'autres points. Les uns sont blancs, les autres d'un rouge plus vif que le nuage sur lequel ils se dessinent.

Pendant la durée de leur apparition, les rayons peuvent présenter une entière immobilité : on dit alors que l'aurore boréale est tranquille. Souvent, au contraire, ils semblent vibrer ou palpiter ; on les voit s'allonger, se raccourcir, changer brusquement de teinte et d'éclat, passant du rouge au violet, du blanc au vert. Le phénomène subit des alter-

natives ; après avoir diminué, il revient à sa première splendeur. Enfin, les rayons perdent de leur vivacité et disparaissent. Ça et là on voit encore des lueurs rougeâtres qui augmentent par moments et finissent par s'éteindre.

Voilà la marche ordinaire d'une aurore boréale sous nos latitudes : telles furent en particulier celles que nous avons observées ¹ le 17 novembre 1848 et le 22 février 1849. Mais souvent le phénomène se réduit à une simple illumination du ciel vers le nord-ouest, à l'apparition de plaques ou nuages, changeant incessamment de forme et d'éclat, et de quelques rayons.

Quand l'aurore polaire est complète ², on y distingue les parties suivantes : le segment obscur, l'arc lumineux, les rayons et la couronne. Un segment circulaire ayant l'apparence d'un nuage repose sur l'horizon ; sa convexité est bordée par un ou plusieurs arcs éclairés. Les étoiles restent quelquefois visibles à travers le segment obscur, dont l'aspect sombre est peut-être un effet de contraste avec la frange lumineuse qui l'entoure. Le point culminant du segment se trouve ordinairement dans la direction du nord magnétique. L'arc lumineux est plus ou moins large, et sa teinte est variable du blanc bleuâtre au jaune orangé. De cet arc se détachent, en divergeant, des flammes ou des rayons se succédant sans interruption. Lorsqu'ils atteignent jusqu'au zénith, ils y forment une couronne ou pavillon qui est la partie la plus belle du phénomène. Le ciel est alors une véritable coupole en feu, portée par des colonnes lumineuses diversement colorées, et dont l'aspect varie sans cesse. C'est un spectacle changeant et presque animé, qui finit par la disparition des jets de lumière ; après quoi il ne reste plus qu'une masse rougeâtre, laquelle se divise en nuages plus ou moins denses, et se fond insensiblement.

Dans les contrées méridionales, la Grèce et l'Italie, l'aurore boréale est rare et toujours peu intense ; les anciens la connaissaient cependant. Nous allons citer des textes où elle est décrite assez exactement pour ne pouvoir être confondue avec aucun autre phénomène.

II

L'expression consacrée chez les historiens latins pour désigner l'apparition d'une aurore boréale, c'est : « ardor cœli », « cœli incendium », « cœlum ardet » ; le ciel paraît embrasé ³.

Sénèque la définit ainsi : « Frequenter in historiis legimus cœlum ardere visum : cujus nonnunquam tam sublimis ardor est, ut inter ipsa sidera videatur ; nonnunquam tam

¹ *Procès-verbaux des séances de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier*, année 1848, pag. 36, et année 1849, pag. 11.

² Voyez, dans les *Mémoires de la Société royale des sciences de Montpellier*, tom. II, la description par Plantade de la grande aurore boréale du 19 octobre 1726.

³ Tite Live, l. 3, c. 5 ; — l. 3, c. 10 ; — l. 22, c. 1 ; — l. 31, c. 12 ; — l. 32, c. 9 ; — l. 43, c. 13. — Dion Cassius, l. 60 et 75. — Julius Obsequens, c. 46, 73, 74, 79, 98, 111.

humilis, ut speciem longinqui incendii præbeat. Sub Tiberio Cæsare, cohortes in auxilium Ostiensis coloniæ¹ cucurrerunt tanquam conflagrantis; cum cæli ardor fuisset per magnam partem noctis, parum lucidus, crassi fumidique ignis.» (*Nat. quæst.*, lib. I, cap. 13.)

Cette illusion est assez fréquente : la lueur de l'aurore boréale a été souvent prise pour celle d'un incendie fort éloigné². « Severo imperante, noctu tantus repente ignis in aere, qua parte spectat ad septentrionem, est visus, ut alii totam urbem conflagrare, alii cælum ipsum ardere existimarent. » (Dion Cassius, *Hist. rom.*, lib. LXXV, 4.)

Les mots *χάσμα*, *hiatus*, *scissura cæli*, *vorago*, se rencontrent aussi fréquemment dans les descriptions; voici des textes qui serviront à en fixer le sens. « Faleriis cælum findi velut magno hiatu visum, quaque patuerit ingens lumen effulsisse... » (Tit. Liv., lib. XXII, cap. 1.)

L'an 93 avant J.-C., « Vulsiniis, prima luce, flamma cælo emicare visa; quum in unum coisset, os flamma ferrugineum ostendit. Cælum visum discedere, cujus hiatu vertices flammæ apparuerunt » (J. Obs., c. 112). Le ciel parut s'entr'ouvrir, et de cette fente s'élevaient des jets de feu.

C'est encore à propos de l'aurore boréale que Sénèque dit : « Aliquando lacuna cedentis retro ætheris patuit, et vastum in concavo lumen. » (*Nat. quæst.*, lib. VII, 20.)

Dans Lycosthène, une aurore boréale est ainsi dépeinte (pag. 306) : « Medardo moriente, cælum apertum est, et divina micaverunt luminaria, spatio duarum horarum. » C'est l'empyrée que l'on croit apercevoir par une crevasse, par une ouverture du ciel.—Et

¹ M. Th.-H. Martin remarque à ce sujet que, si l'observation a été faite à Rome, elle ne s'applique pas à une aurore boréale, vu qu'Ostie est au sud-ouest de Rome (*L'aurore boréale dans l'antiquité*, pag. 85). — La même difficulté se trouve dans le texte suivant : « Albanus mons nocte ardere visus » (J. Obs., c. 98). Le mont Albain est au sud-est de Rome, et l'aurore boréale paraît toujours vers le nord. A la même année (113 av. J.-C.) se rapporte ce passage de Pline : « Lumen de cælo noctu visum est, C. Cæcilio, Cn. Papirio coss., et sæpe alias, ut diei species noctu luceret » (*Hist. nat.*, l. II, 33). Ce dernier texte peut, du reste, signifier tout aussi bien un bolide, apparaissant avec l'éclat du jour, en pleine nuit.

Ces lueurs nocturnes ont été considérées par quelques auteurs comme étant la lumière zodiacale; mais il est certain que, depuis qu'elle a été reconnue par Cassini, jamais la lumière zodiacale n'a produit l'apparence d'un incendie lointain. (Voy. Mairan, *Traité de l'aurore boréale*, 2^e édit., 1754, pag. 84, 174.)

² Le 18 novembre 1465, tandis que Paris était attaqué par l'armée de la ligue du Bien public, la ville parut en feu et l'on crut à un incendie allumé par les ennemis; le Roi monta à cheval et fit donner l'alarme dans tous les quartiers (*La chronique du Roy Loys XI*, 1558, pag. 70). A Agde, lors de l'aurore boréale du 17 mars 1716, des pêcheurs des environs, ayant aperçu une grande lumière vers le nord, crurent que le feu avait pris à la ville, et vinrent s'informer le lendemain des suites de l'incendie. (Fréret; *Acad. des Inscr.*, tom. IV, 1746, pag. 432.)

ailleurs (pag. 337) : « Chasma, quod voraginem vel hiatus cœli philosophi vocant, visum est. »

Aristote parle ainsi de l'aurore polaire : « Apparet aliquando serenis noctibus ostenta multa in cœlo, qualia hiatus (χάσματα), et foveæ (βόθροι), et sanguinei colores (αἰματώδη χρώματα)... Lux autem ex cœruleo et nigro prorumpens, efficit ut hiatus profunditatem aliquam habere videantur. Sæpenumero ex iis etiam faces (δάλαι) excidunt, ubi potius uniuntur, hiatusque tunc coeuntem representant » (*Météorologie*, l. I, c. 3, trad. Ideler). Dans un autre endroit (*Ibid.*, c. 4), il compare cette lumière à la flamme du chaume que l'on brûle dans les champs, et l'appelle φλόξ καομένη.

Le passage suivant de Sénèque montre que ces gouffres (chasmata) sont pour lui de vraies ouvertures de la voûte du ciel, laissant apercevoir dans ses profondeurs une flamme ou de pâles lueurs. « Ardores sunt, aliquando fixi et hærentes, nonnunquam volubiles. Horum plura genera conspiciuntur. Sunt enim velut corona cingente introrsus ignes. Cœli recessus est similis effossæ in orbem speluncæ. Sunt Pithyæ quum magnitudo vasti rotundique ignis dolio similis, vel fertur, vel in uno loco flagrat. Sunt chasmata quum aliquando cœli spatium discedit, et flammam dehiscens velut in abdito ostentat. Colores quoque horum omnium plurimi sunt. Quidam ruboris æcerrimi, quidam evanidæ ac levis flammæ, quidam candidæ lucis, quidam micantes, quidam æqualiter et sine eruptionibus aut ra iis fulvi. » (*Nat. quæst.*, lib. I, c. 14.)

« Quædam (ex fulgoribus) in præceps eunt, similia prosilientibus stellis (ce sont des bolides); quædam certo loco permanent, et tantum lucis emittunt ut fugent tenebras et diem repræsentent, donec consumpto alimento primum obscuriora sint, deinde, flammæ modo quæ in se cadit, per assiduam diminutionem redigantur in nihilum. Ex his quædam in nubibus apparent, quædam supra nubes. » (*Ibid.*, I, 13.)

Pline décrit aussi l'aurore boréale : « Fit et cœli ipsius hiatus, quod vocant chasma. Fit et sanguinea specie (quo nihil terribilius mortalium timori est) incendium ad terras cadens inde. » (*Hist. nat.*, l. II, 26, 27.)

Selon Mairan, le *chasma* est la partie sombre de l'aurore, ce segment obscur et fumeux étendu sur l'horizon, derrière lequel apparaît un foyer d'illumination. On dirait un gouffre : de ses profondeurs s'échappent des lueurs rougeâtres, et à certains moments des lignes brillantes ou des jets de feu. Comme le dit Sénèque, le ciel entr'ouvert semble vomir des flammes.

Quelquefois le mot « chasma » est employé pour désigner le phénomène tout entier, et dans le même sens que *phasma*, qui s'applique à toute apparition extraordinaire. Le plus souvent il désigne simplement les lueurs vagues, les nuées couleur de feu ou rouges de sang, dont l'apparition est le caractère le plus constant de l'aurore boréale¹.

¹ « Lux ab aquilone refulsit (ann. 992), adeo ut dies crederetur, visaque sunt paulo post chasmata. » (*S. Calvisii op. chron.*, pag. 707. — *Lycosth.*, pag. 458.)

Chez les auteurs du moyen-âge, la phrase la plus usitée pour énoncer l'apparition d'une aurore polaire est celle-ci : « Apparuerunt acies in cœlo ». *Acies igneæ* ou *armatæ acies* signifient les nuages rouges qui, durant le phénomène, se déplacent de l'ouest vers l'est ou réciproquement, marchant les uns contre les autres comme des armées en présence¹.

Hastæ, *hastæ sanguineæ*, désignent les rayons ou jets lumineux qui, à certains moments, jaillissent vers le zénith. On les voit vibrer avec une extrême rapidité, s'abaisser ou remonter, naître ou disparaître en un clin d'œil ; leurs mouvements peuvent être assimilés à un combat. Mairan (*loc. cit.*, pag. 180) traduit « acies » par « épées », et prend indifféremment *acies* et *hastæ* comme signifiant les jets de lumière. Voici quelques textes à l'appui de notre interprétation.

« Tertio consulatu Marii, ab Amerinis et Tudertibus spectata arma cœlestia, ab ortu occasuque inter se concurrentia, pulsisque quæ ab occasu erant. Ipsum ardere cœlum minime mirum est, et sæpius visum, majore igne nubibus correptis. » (Pline, l. II., 58.)

Vers 450, au temps de l'invasion d'Attila, « pridie nonas aprilis, post solis occasum, ab aquilonis plaga, cœlum rubens sicut ignis aut sanguis efficitur, intermixtis per igneum ruborem lineis clarioribus in speciem hastarum rutilantium deformatis. A die clauso usque in horam noctis fere tertiam signi durat ostensio. » (Idatii episc. chron., p. 25, ap. *Thes. temp.*)

« Acies nocturno tempore visuntur in cœlo, mense augusto, septembri et octobri (859), ita ut diurna claritas ab oriente usque in septentrionem continue fulserit, et columnæ sanguineæ ex ea discurrerent processerint » (*Ann. Bertiniani* ; D. B., tom. VII, p. 75). On pourrait conclure de ce texte qu'à cette époque la déclinaison magnétique était orientale, si, en 842 (*Ibid.*, pag. 40), nous ne trouvions cette clarté « inter occidentem et aquilonem. »

« Saxonibus Heresburch castrum obsidentibus (ann. 776), gloria Dei super ecclesiam apparuit omnibus, duobus scilicet scutis, sanguineo colore flammantibus, quosdam motus ut in bello per aera dantibus. » (*Sigeberti chron.*)

« Præcesserunt hanc cladem (827) terribiles illæ nocturno sub tempore acies, humano rutilantes sanguine, ignisque pallore fragrantés » (*Vita Ludov. pii imp.*). Ce que les chroniques de Saint-Denis traduisent ainsi : « Furent vus signes en l'air, ainsi comme batailles de chevaliers armés, resplendissants de feu, et comme teintes et souillées de sang humain. » (D. B., tom. VI, pag. 108, 150.)

« Apud Mogontiacum, per aliquot noctes (870), aer totus rubens quasi sanguine perfusus enituit : alia enim prodigia visa sunt in cœlo. Nam nubes quædam ab aquilone, quadam nocte, ascendit ; altera ab oriente et meridie contra venit ; spicula ignea invicem sine intermissione mittentes, tandemque in summitate cœli coeuntes, et se quasi exercitus in prælio

¹ Voir D. B., tom. VI, 204 ; tom. VII, 238 ; tom. VIII, 32, 164, 322 ; tom. IX, 16, 144 ; tom. X, 222, 365.

confundentes, non modicum terrorem simul et admirationem cernentibus ingerebant.» (*Ann. Fuldenses*, D. B., tom. VII, pag. 173.)

On comprend par ces descriptions pourquoi nous traduisons *acies armatæ* par *armées*. Cette locution métaphorique a son origine dans les particularités mêmes de l'aurore. En voyant des jets lumineux qui s'élèvent comme des fusées, se rapprochent ou s'éloignent, et semblent marcher les uns contre les autres, on comprend le sens attaché par les chroniqueurs à ces *armées de feu* parcourant le ciel et s'entre-choquant à la grande terreur des populations¹. C'est un sanglant combat que paraissent se livrer les « *hastæ igneæ et sanguineæ* ».

Souvent, il est vrai, le chroniqueur, se laissant entraîner par son imagination, introduit dans ses récits des détails tout à fait fantastiques : il distingue les escadrons, les cavaliers et leurs armes rouges de sang. « *Crebra prodigia terruere mentes hominum (ann. 1104). Cælum ardere frequenter visum.... Igneæ acies, turmæ equitum, peditum cohortes, civitates, enses, gladii, arma cruenta in cælo visa, invicem conflixere.* » (*Lycosth.*, pag. 392.)

Toutefois ces exagérations, inspirées le plus souvent par l'idée que les aurores boréales, comme les comètes, seraient des signes ou des présages de l'avenir², ont généralement une origine réelle, et représentent les détails et les péripéties du phénomène. Les lances qui se croisent, le conflit de deux armées qui en viennent aux mains, répondent à ces rayons dardés de la partie sombre de l'aurore vers le zénith ou vers l'horizon, dont les mouvements brusques et les changements de couleur offrent des aspects variables à chaque instant.

¹ Voir D. B., tom. V, 56, 254; tom. VII, 75, 235; tom. VIII, 322; tom. X, 496.

« *His temporibus (1268) milites ad invicem dimicantes nocturno tempore, in partibus Hollandiæ, cum armis in aere apparuisse feruntur.* » (*J. Trithemii chron. Hirsaugiense*, 1601, pag. 193.)

Le 28 septembre 1575, « vers les dix heures du soir, furent vus sur la ville de Paris et ses environs, certains feux en l'air, faisant grande lumière et fumée, et représentant lances et hommes armés ». (*Journal de Henri III*, 1719, tom. I, pag. 57.)

« *Conspexi in Islandia meteorum hoc, continuo licet fulgore, sibi tamen interdum inimicum, se invicem magno terribili impetu collidere.* » (*Thormodus Torfæus; Groenlandia antiqua*, 1706.)

² C'est ainsi que, décrivant la grande aurore du 13 février 1575, C. Gemma a soin de nous dire que « par l'ordre, la nature et la variété de ses formes, elle présenta un tableau fidèle des calamités, des vicissitudes et de tous les coups de la fortune auxquels la Flandre se trouva bientôt exposée »; et il poursuit sa description en faisant marcher de front les événements politiques et les phases de l'aurore boréale. (*De prodigiosa specie naturaque cometæ 1577*, pag. 10 et 13.) — Voir C. Peucerus, *De Teratoscopia*; — J. Finelius, *De miraculis*; — Mairan, *loc. cit.*, pag. 176, 194, 197, 201.

Quand ces rayons vont concourir au plus haut du ciel, ils forment une sorte de pavillon dont le spectacle est saisissant : l'aurore est alors complète¹.

L'aurore boréale était presque ignorée des physiciens, lorsque Gassendi la signala à leur attention, et lui attacha définitivement le nom qu'elle porte. Mais longtemps auparavant, Grégoire de Tours l'avait comparée à l'aurore². Les descriptions que nous avons rapportées, prouvent que ce phénomène fut bien connu des anciens historiens ; elles ne permettent pas de le confondre avec ceux dont nous allons parler.

III

Il n'est pas toujours facile de découvrir à quoi se rapportent les récits vagues et succincts que l'on rencontre chez les auteurs. Dans les beaux vers où Lucain (*Phars.*, lib. I, 526) énumère les prodiges qui précédèrent la bataille de Pharsale, on trouve l'apparition d'astres nouveaux (*ignota sidera*), de comètes, d'étoiles en plein jour (*stellæ in medium diem*), et aussi le ciel enflammé ou l'aurore boréale (*ardentem polum flammis*), les bolides (*cælo volantes faces, sparso lumine lampas*), les étoiles filantes avec traînée lumineuse (*jaculum longo lumine*).

On pourrait aisément multiplier les textes où l'on reconnaîtrait sans ambiguïté tous ces prodiges. Mais souvent aussi les descriptions se trouvent être applicables indifféremment à plusieurs phénomènes, parce qu'elles manquent de précision, ou bien elles n'en définissent aucun nettement et semblent prises en un sens métaphorique.

¹ On trouve dans les chroniques de bonnes descriptions d'aurores polaires. Telle est, dans *Chron. Fontanellense* (D. B., tom. VII, pag. 40), celle du 13 mars 842.

En voici une complète, observée en 585 par Grégoire de Tours : « Cum autem in illo loco commoraremur, vidimus per duas noctes signa in cælo, id est radios a parte aquilonis tam clare splendidos, ut prius sic adparuisse non fuerint visi : et ab utraque quidem parte, id est ab euro et zephyro, nubes sanguineæ : tertia vero nocte quasi hora secunda adparuerunt hi radii. Et ecce dum hos miraremur adtoniti, surrexerunt a quatuor plagis mundi, alii horum similes ; vidimusque totum cælum ab his operiri. Et erat nubes in medio cæli splendida, ad quam se hi radii colligebant in modum tentorii, quod ab imo ex amplioribus inceptum fasciis angustatis in altum, in unum cuculli caput sæpe colligitur. Erantque in medio radiorum et aliæ nubes ceu coruscum valide fulgurantes. Quod signum magnum nobis ingessit metum. Opperiebamur enim super nos aliquam plagam de cælo transmitti. » (*Hist. francorum*, liv. VIII ; D. B., tom. II, pag. 320.)

Voyez, dans Gassendi (*Op.*, 1658, *Phys.*, tom. II, pag. 107), la description de l'aurore boréale qu'il observa à Peynier, en Provence, le 12 septembre 1621. — Voir aussi ses *Animadv. in Diog. Laert. et Vit. Peiresc.*

² « His diebus (584) adparuerunt a parte aquilonis nocte media radii multi, fulgore nimio relucentes, qui ad se venientes iterum separabantur, usquequo evanuerunt. Sed et cælum ab ipsa septentrionali plaga ita resplenduit, ut putaretur auroram producere. » (*Hist. franc.*, liv. VI ; D. B., tom. II, pag. 283.)

Ainsi les mots *ζιζ*, *capra*, *capræ saltantes*, chevrons¹, désignent, d'après Sénèque (*Nat. quæst.*, I, 1), des globes de feu, c'est-à-dire des bolides. Selon Mairan et Bravais, ils s'appliqueraient à l'aurore boréale, ce qui nous paraît improbable.

De même, les *acies igneæ* ou *armatæ*, les *hastæ sanguinæ*, qui sont pour Mairan les jets de feu de l'aurore boréale, seraient suivant d'autres commentateurs des bolides de forme allongée, laissant après eux une trace lumineuse semblable à une lance : c'est par « épées flamboyantes, lances de feu » qu'il faudrait traduire ces expressions. Cette dernière interprétation nous semble contredite par les textes cités plus haut, où les mots *acies*, *hastæ*, figurent dans la description de phénomènes qui sont positivement des aurores boréales.

Cependant, il existe des cas où *acies* paraît effectivement avoir été employé pour désigner des étoiles filantes. Tel est le fait déjà cité au § xvi, à propos de l'obscurcissement de 934. « *Ignitæ in cælo acies visæ sunt discurrere, et quasi serpens igneus, et quædam jacula ferri, pridie idus octobris, mane ante lucis exortum.* » (Ex chron. Virdunensi; D. B., VIII, 290.)

Pareille chose fut observée, comme on l'a déjà dit, en Portugal et à Brescia (*Rer. Ital. Script.*, XIV, 866), et aussi à Cava, près de Salerne. « *In ipso anno (934) apparuerunt signa in cælo de stellis, quæ videbantur hominibus aliæ cadere, aliæ fulgere sicut faculæ, xiv die intrante mense octobri, luna 2.* » (Chron. Cavense, ap. *Rer. It. Script.*, tom. VII, pag. 961.)

La concordance de ces récits, et la date du phénomène, 14 octobre 934, ne permettent pas de douter qu'il ne s'agisse d'une averse d'étoiles filantes, de l'un des retours périodiques du grand météore qui arrive maintenant en novembre.

Les simples étoiles filantes sont d'ordinaire appelées : *ignes*; *scintillæ*; *stellæ cadentes*, *ignitæ*, *discurrentes*; *volantia sidera*; *stellarum igniculi*; *ignei globuli*; *ignis ictus*; *spicula jacula*; *sagittæ igneæ*; etc.

Les bolides sont désignés indifféremment par : *globus igneus*, *fax*, *facula*, *lampas*, *flamma ardens*, *bolis*, *fulgor*, *pharus*, *serpens igneus*, *flammeus draco*, *pavo*, *pitheus*, *nocturnus sol*, *clypeus ardens*, *trabs ignita*, etc.

Faute d'une description suffisante, la véritable acception de ces mots peut rester douteuse; entre les bolides et les étoiles filantes, la différence n'est pas bien tranchée². Enfin

¹ « *Quando majore longitudine gaudet quam latitudine fomes (ὑπέκκαυμα), ubi ardens simul quasi scintillas respuit, capra (ζιζ) vocatur: quando vero hac affectione caret, fax (δαλός)* » (Aristote, *Météor.*, I, IV). Quant aux étoiles filantes, il les appelle *διαβήοντες ἀστέρεις, δοκοῦντες διίπτειν*.

² Parmi les *ignes*, Sénèque distingue les *globi*, *faces*, *ardores*, *trabes*. Il mentionne ainsi les étoiles filantes : « *Minora lumina excutiuntur, crinemque volantia sidera ducunt... Iignes tenuissimi iter exile designant et cælo producunt. Ideo nulla sine hujusmodi spec-*

plusieurs des expressions indiquées ci-dessus ont été appliquées à des comètes (Pline, I, II, 22), et peut-être aussi à la lumière zodiacale.

Pour ne parler que du mot *trabes*, δοκός, poutre enflammée, voici comment Sénèque différencie ce phénomène des *faces*, δάλοι, torches, tisons ardents. « Trabes non transcurrunt, nec prætervolant, ut faces, sed commorantur, et in eadem parte cœli collucent. Charimander quoque in eo libro quem de cometis composuit, ait Anaxagoræ visum grande insolitumque cœlo lumen magnitudine amplæ trabis, et id per multos dies fulsisse. Talem effigiem ignis longi fuisse Callisthenes tradit, antequam Burin et Helicen mare absconderet. Aristoteles ait ' non trabem illam sed cometen fuisse » (*Nat. quæst.*, VII, 5). Ailleurs, Sénèque se demande s'il faut rapprocher les *trabes* des *fulgores*, des *lampades*, des *pihyæ* ou *ardores cœli* : « Dubium an inter hos ponantur trabes. » (*Ibid.* I, 15.)

Ainsi, pour Sénèque, les *faces* sont des lueurs qui parcourent le ciel, comme ce que nous appelons aujourd'hui des *bolides*²; tandis que les *trabes* restent fixes, mais sont distinctes des comètes.

Ce caractère de briller plusieurs jours de suite dans la même région du ciel a fait penser à Domin. Cassini qu'il s'agissait de la lumière zodiacale³. Cependant l'expression de « poutre ardente » a certainement été appliquée quelquefois à des queues de comètes (Pingré, *Cométoгр.*), et peut-être aux colonnes ou jets lumineux de l'aurore boréale (Mairan).

Sénèque parle encore d'autres météores appelés *pogoniæ*, *fulgores*, *pihyæ*, *cyparissia*⁴, et en indique les caractères (lib. I, 4 et 15; lib. VII, 5 et 20). Mais comme il

taculis nox est. » Il fait observer que ce ne sont pas des étoiles proprement dites, et il explique pourquoi on ne les voit pas de jour. Les *faces* ne sont pas essentiellement différentes (similis causa sed major), mais leur lumière est assez intense pour triompher du jour : « Faces transcurrunt etiam interdiu » (I, I, c. 1).

¹ *Météorologie*, liv. I, ch. vi.

² C'est aussi ce que dit Pline : « Emicant et faces, non nisi quum decidunt visæ... Duo genera earum : lampades vocant plane faces; alterum holidas... Distant quod faces vestigia longa faciunt, priore ardente parte; bolis vero perpetua ardens, longiorem trahit limitem. » (*Hist. nat.*, I, II, c. 25.)

Emicant et trabes simili modo, quas docos vocant... Fit et cœli ipsius hiatus, quod vocant chasma. » (*Ibid.*, c. 26.)

Dans les chapitres 33-36, Pline décrit les autres météores ignés.

³ Découverte de la lumière céleste qui paraît dans le zodiaque (*Mém. de l'Ac. des scienc.*, tom. VIII, pag. 121). C'est une lueur très-faible qui, dans certaines saisons, apparaît à l'ouest après le crépuscule du soir, ou le matin à l'est avant l'aurore. Elle dessine sur la voûte du ciel une sorte de triangle incliné, dont la base repose sur l'horizon et dont la médiane coïncide à peu près avec l'écliptique. — « Les torches ardentes vers l'occident et le ciel tout en feu », de Cicéron (*Catil.* III), ne furent sans doute pas autre chose que la lumière zodiacale.

⁴ « Cyparissia appellantur acies quædam igneæ quæ noctu apparere solent ad similitudinem cupressi » (S. P. Festus; *De verborum significatione*, 1684, pag. 110). Je crois, avec

n'avait probablement pas observé tous ces phénomènes, ses définitions sont contestables. D'ailleurs, il se peut que d'autres observateurs aient employé les mêmes mots dans des sens différents.

Il restera donc toujours un peu d'incertitude sur la manière de les traduire. Par exemple, les *acies* et *hastæ* pourront signifier (on l'a dit tout à l'heure) des bolides ressemblant à une épée ou une lance de feu; mais ce sens est exceptionnel; presque toujours ces locutions s'appliquent à l'aurore boréale et en désignent les rayons. Traduire dans tous les cas «acies in cælo» par «apparition d'étoiles filantes», comme l'a fait M. Chasles¹, est une interprétation contredite par les passages cités plus haut. Elle ne devra être préférée que dans les cas peu nombreux où le contexte l'indique nettement. L'opinion que nous adoptons sur ce point est aussi celle qu'a suivie M. Al. Perrey dans son excellent Catalogue. (*Comptes rendus*, tom. XIV, pag. 69.)

Pour n'avoir pas fait cette remarque, on a trop souvent confondu deux phénomènes essentiellement différents, que notre interprétation du mot «acies» permet de séparer. Ainsi, dans les *Catalogues d'étoiles filantes* d'Arago (*Astr. pop.*, tom. IV) et de Quetelet (*Annales de l'Observatoire de Bruxelles*, tom. XIII, pag. 290), on a inscrit, bien à tort, comme chutes d'étoiles, un grand nombre de phénomènes indiqués par les chroniques en ces termes: «cælum ardet», «hastæ sanguineæ», ou «ignitæ acies», et qui furent certainement des aurores polaires.

IV

Une autre phrase dont le sens a été controversé est celle-ci: «pluit sanguis». Chladni rangeait ces *pluies de sang*, et généralement les pluies colorées, parmi les chutes de poussières, sèches ou humides, dont l'origine paraît être cosmique. Mairan au contraire y voit, sous une forme nouvelle, l'apparition des nuages rouges foncés, caractéristiques de l'aurore boréale, et qui «sont si propres à nous rappeler l'idée de ces pluies terribles de sang dont les naturalistes et les anciens historiens ont été si prodigues». D'un autre côté, MM. Chasles et Quetelet les traduisent uniformément par «pluies de feu», et les ont inscrites dans leurs Catalogues comme averses d'étoiles filantes.

Cette dernière interprétation n'est pas admissible: les termes employés pour désigner les globes filants sont nombreux et quelquefois métaphoriques, mais presque toujours expressifs et nets comme le phénomène lui-même. On a pu assurément comparer les étoiles tombantes à des gouttes de sang; mais il ne s'ensuit pas qu'on doive généraliser cette interprétation.

L'opinion de Chladni et celle de Mairan ne sont pas non plus absolument exactes, car

Mairan, que les *cyparissia* (touffes de cyprès) désignent une partie de l'aurore boréale; de même que les *pithyæ* (tonneaux de feu), dans le passage déjà cité de Sénèque (I, 14).

¹ Catalogue d'apparitions d'étoiles filantes pendant six siècles, de 538 à 1123. (*Comptes rendus*, tom. XII, pag. 499.)

il y a en réalité plusieurs sortes de pluies de sang, qu'il faut distinguer. Chacun de ces auteurs exagère dans le sens de son système, en rattachant tout aux poussières météoriques, ou bien à l'aurore boréale. En traitant des pluies colorées, nous verrons d'ailleurs que leur coloration dépend de causes très-diverses, outre celle qu'indique Chladni.

A la suite de l'explosion d'un bolide, il est tombé plus d'une fois du ciel des aérolithes d'une nature toute particulière, que leur aspect et leur couleur ont fait comparer à du sang¹.

Le 6 novembre 1548, à Mansfeld, en Thuringe, chute d'un globe de feu avec beaucoup de bruit: on trouva ensuite sur le sol une substance rougeâtre, semblable au sang coagulé. *Spangenberg*.

En août 1618, en Styrie, chute de pierres, météore de feu et pluie de sang. *Hammer*.

Mai 1632, masse visqueuse, après un météore lumineux, entre Sienne et Rome. (*Miscell. acad. nat. curios.* 1690.)

15 août 1819, à Amherst, en Massachussets, à la suite d'un météore lumineux, il tomba une masse gélatineuse et puante. (*Silliman Journal*, II, 333.)

A cette catégorie de météorites formées de matières combustibles, et d'une consistance visqueuse, se rapporte le corps singulier dont il est question dans le passage suivant :

«Die 24 maii 1229, in ascensione Domini, in Bituricensi et Lemovicensi diœcesi, inaudita cecidit tempestas, et apud Beneventum una maxima massa de sebo subnigro, major quolibet magno bove, unde factæ sunt candelæ quæ lumen croceum reddebant cum maximo fœtore » (*Chron. Alberici*; D. B., tom XXI, pag. 601).

En dehors de ces faits, il y a un autre phénomène désigné par les locutions vagues et métaphoriques : « nocte pluit sanguis », « signa cruenta », « guttæ sanguineæ ». Nous

¹ « Carne pluit. » (Pline, *Hist. nat.*, l. II, 57.)

Quant aux chutes d'aérolithes proprement dits, il en est fait mention très-souvent chez les anciens naturalistes et chez les historiens, depuis la célèbre pierre d'Ægos-Potamos. (Voir Th. H. Martin; *La foudre, l'électricité et le magnétisme chez les anciens*, 1866.)

An 823. « In quibusdam locis, simul cum ipsa grandine veri lapides, iique ingentis ponderis, decidere visi » (*Ann. Eginhardi*, D.B., VI, 184).

Mais beaucoup de ces chutes sont douteuses, parce que la phrase « lapidibus pluit », on l'a déjà dit, est aussi employée pour désigner une simple pluie de grêlons.

Le *Petit Thalamus* de Montpellier relate des faits de ce genre auxquels paraît s'appliquer cette remarque. (*Chron. rom.*, pag. 349, 350, 424, 429 et 457.)

Comme pluie de grêle extraordinaire, citons celle du 22 juillet 1783, décrite par Mourgue (*Acad. des sc.*, 1781, pag. 755), qui l'avait observée aux environs de Montpellier. La plupart des grêlons avaient un pouce de diamètre, beaucoup avaient deux pouces, et quelques-uns atteignaient le poids de deux livres.

pensons, avec Mairan, qu'elles s'appliquent à l'aurore boréale : on croit voir tomber une pluie de sang, parce que le ciel est parcouru par des nuages rouges qui semblent distiller du sang.

En 570, « *Igneæ acies in cœlo per Italiam visæ sanguinem emanantes* » (Lycosth., pag. 308; C. Gemma, *Cosmocrutice*, pag. 217).

29 mars 582, « *Suessippiæ cœlum ardere visum est. Parisiis sanguis de nubibus fluxit* » (*Hermanni chron.*; D. B., tom. III, pag. 325).

« *Aer quasi sanguis coagulatus in Paschæ tempore (840) rubens apparuit* » (*Herm. chron.*; D. B., tom. VI, pag. 227).

En 1157, « *Visa sunt magna signa in cœlo, versus aquilonem, species quasi ignearum facularum, et humani cruoris similitudo rutilantis* » (Lycosth., pag. 414).

En 1534, « *Lisibonæ in Portugalia, in cœlo signa ignea ac cruenta diversi generis visa sunt, ac sanguineæ guttæ ex nubibus in terram ceciderunt* » (Lycosth., pag. 541).

Le 19 juillet 1550, « *Wuittembergæ, pugnantium acies... quorum sanguis instar pluvie in terram decidit* » (Lycosth., pag. 608).

Longtemps on a confondu avec l'aurore boréale la lumière zodiacale et aussi certaines queues de comètes. Au siècle dernier, où l'on s'est tant occupé des aurores boréales, Mairan n'a vu que ce météore dans les récits des anciens chroniqueurs, et il s'est mépris en y rattachant les *faces*, *fulgores*, *lampades*, *nocturni soles*, qui sont généralement des holidés. On négligeait alors cet autre phénomène, qui depuis a fixé l'attention des astronomes, celui des grandes apparitions d'étoiles filantes. Ils sont tombés dans l'erreur opposée, ceux qui trouvent des étoiles filantes dans tous les météores ignés, ou feux célestes, décrits par les auteurs sous diverses dénominations. Ces exemples montrent avec quelle réserve il faut interpréter les textes anciens, et combien on serait exposé à se tromper en adoptant pour l'expression « *pluit sanguis* » une traduction unique que l'on appliquerait à tous les cas.

V

Les pluies de sang proprement dites sont un cas particulier des pluies colorées. Chladni a noté plusieurs de ces pluies extraordinaires dans son *Catalogue* d'aérolithes et autres substances tombées du ciel, comme si la matière qui s'y trouve en suspension était toujours celle qui constitue les pierres et les poussières météoriques. Mais le phénomène peut être dû à des causes fort différentes.

Ainsi, il y a des pluies jaunâtres, dites pluies de soufre, colorées par le pollen de

¹ L'année 570 coïncide avec l'une des époques de retour du météore de novembre, en supposant la période de 33 ans $\frac{1}{4}$, ce qui permet de croire qu'il s'agit ici d'une averse d'étoiles, comparées métaphoriquement à des gouttes de sang.

certaines fleurs ; le vent emporte ces substances dans l'air, d'où elles retombent ensuite entraînées par la pluie. — La neige est quelquefois colorée par des globules organisés, que l'on a crus d'abord végétaux, mais qui paraissent être des animalcules microscopiques, infusoires de diverses espèces. La neige rouge se rencontre dans les Alpes et dans les régions circumpolaires ¹.

Il peut arriver que l'on attribue à une pluie des taches trouvées sur le sol, qui seraient dues au développement de quelque cryptogame ou auraient été apportées de toute autre façon. « M. de Peiresc ayant examiné une prétendue pluie de sang, trouva que les taches étaient la plupart en des endroits à couvert de la pluie, et il les considéra comme ces petites taches rouges et sanglantes que laissent dans la campagne les papillons au moment où ils sortent de leur chrysalide. » (*Acad. des inscript.*, IV, 420).

Il y a encore d'autres pluies colorées, telles que « lacte pluit ² ». — Et aussi des pluies noires ou rougeâtres qui sont terreuses ³, c'est-à-dire qu'elles entraînent des cendres volcaniques ou météoriques, ou simplement des poussières terrestres. Si ces pluies coïncident avec des éruptions ou des tremblements de terre, on sera porté à les attribuer à des volcans. Si leur résidu présente les caractères des aérolithes, on devra les considérer comme étant d'origine cosmique, et provenant de quelque météorite pulvérulente ou assez friable pour se désagréger sous l'influence de l'humidité de l'atmosphère.

La pluie qui tomba en Grèce le 25 mars 1842 contenait une matière rougeâtre que M. Dufrénoy a analysée. Elle n'offrait aucune analogie de composition avec les aérolithes, mais ressemblait entièrement au détritit des roches qui composent le sol de la Grèce. Cette poussière dut être soulevée par une trombe et retenue en suspension par un nuage qui l'a ensuite répandue sur la plus grande partie du Péloponèse. (*Comptes rendus*, tom. XIV, pag. 617, et tom. XV, pag. 580).

De même pour la pluie colorée en rouge qui tomba à Valence et dans presque tout le sud-est de la France, pendant les grands orages des 16 et 17 octobre 1846. Selon M. Fournet, le phénomène aurait commencé à la Guyane. Il s'est étendu à New-York ; de

¹ D'autres fois cette coloration est due à une poudre inorganique qui recouvre la neige, et dont la composition chimique rappelle, à ce qu'il paraît, celle des cendres volcaniques ou météoriques. « Un de ces amas de poussière tomba, pendant la nuit du 17 février 1850, sur l'une des montagnes qui s'élèvent au-dessus de la vallée d'Ûrsern. Avant de s'éparpiller sous forme de poussière, cette masse lumineuse offrait l'aspect d'une étoile filante. » (*Journal le Cosmos*, 6 février 1867.)

² Pline, *Hist. nat.*, liv. II, c. 57. — Dion Cassius, l. 75, 4. — Cedrenus, *Comp. hist.*, I, 264.

³ Le 3 mai 1866, à onze heures du matin et à quatre heures du soir, la ville de Birmingham fut enveloppée de nuages sombres produisant l'obscurité de la nuit ; et il tomba en grande quantité une pluie noire qui tacha les objets qu'elle mouillait ; l'obscurité était telle qu'il arriva plusieurs accidents par suite de l'impossibilité de voir à distance.

là on le retrouve aux Açores, puis sur la France, et il s'efface graduellement en Italie. Dans le résidu terreux de la pluie, M. Ehrenberg reconnut des formes d'infusoires propres aux côtes de la Guyane.

Cette pluie rappelle tout à fait les pluies de sang des anciens chroniqueurs¹. C'étaient de grosses gouttes, d'un rouge de sang, et figurant ce liquide à s'y méprendre. Peu à peu il s'opérait dans les gouttes tombées et restées en repos, une décomposition pareille à celle qui a lieu entre le sérum et les globules du sang. Le liquide surnageait, et au fond on voyait une matière semblable à de la brique pilée. La population fut fort effrayée. — Les arbres, les toits des maisons étaient couverts d'une couche épaisse d'un résidu rougeâtre.—La pluie déposait sur les chapeaux et les vêtements, sur les feuilles, sur l'herbe, des taches couleur de sang. Les femmes de la campagne, voyant leurs coiffes et leurs parapluies teints en rouge, se hâtaient de regagner le logis. Dans certaines localités, l'effroi fut grand. (*Comptes rendus*, tom. XXIII, pag. 832, et tom. XXIV, pag. 625, 810.)

Toutes ces circonstances et leur effet sur les populations justifient pleinement ce que nous lisons dans diverses chroniques du moyen âge, touchant des faits analogues²; il est à croire que plusieurs d'entre eux furent des pluies colorées par une terre ou poussière minérale, ou bien par le développement d'êtres organisés.

C'est de cette dernière cause que dépend le « prodige du pain sanglant », *sanguis in pane*³, aujourd'hui bien connu.

On trouve dans les *Comptes rendus* (tom. XXVI, pag. 425), le fait d'une altération de ce genre, observée à Blidah, dans le pain de munition, pendant toute la saison des chaleurs de 1847; on l'expliqua par une sorte d'oidium.

Pareille chose était arrivée dans le pays de Legnaro, province de Padoue (*Comptes rendus*, tom. XVIII, pag. 931), au commencement de juillet 1819. Le pain, ainsi que les aliments préparés avec du riz ou de la farine de maïs, se couvraient d'une matière dont la couleur purpurine rappelait celle du sang. Ce phénomène excita assez de surprise et même d'agitation parmi le peuple, pour que la nouvelle en parvint aux autorités. Les commissions scientifiques l'attribuèrent à une espèce de champignon microscopique. Selon M. Ehrenberg, ce sont au contraire de petits animaux qu'il nomme *monas prodigiosa*.

Ce phénomène s'est renouvelé à Berlin, à la fin d'août 1866, et a donné lieu à de nouvelles recherches. La coloration de certains aliments devenus rouges ou bleus serait due

¹ En 582, « In pago Parisiaco sanguis de nube fluens vestimenta multorum hominum cruentavit. » (*Aimoini chr.*, D. B., tom. III, pag. 85).

² Voir D. B., tom. III, pag. 85, 338. — *Chron. d'Ursperg*, suppl., pag. 146.

³ An 91 av. J. C. « Aretii frangentibus panes cruor e mediis fluxit. » (*J. Obsequens*, c. 114).
An 582 ap. J. C. « Intra territorium Turonicum, verus de effracto pane sanguis effluxit. » (*Aimoin, De gest. franc.*, D. B., tom. III, pag. 88).

Voyez aussi *Chron. d'Ursperg*, pag. 256, et *Paralip.*, pag. 9; — *Lycosth.*, pag. 302.

à des vibrions se développant dans la putréfaction ou la fermentation de diverses substances azotées. La couleur bleue se voit assez fréquemment dans le lait.

Un autre phénomène que l'on rencontre dans les chroniques, et souvent associé aux précédents, est celui des *cruces in vestibis*¹.

«Anno Constantini imperatoris quinto (743), in Calabria, Sicilia et aliis quibusdam locis, in vestibis hominum et in velis ecclesiarum apparuerunt cruciculæ, quasi oleo designatæ.» (Lycosth., pag. 531).

An 958. «Cruces in vestibis hominum apparuerunt.» (Chr. abb. Ursperg., pag. 224. — Leibnitz, *Script. Brunsv.*, tom. II, pag. 280).

An 965. En Italie, «signum cruentæ crucis in multorum vestibis ex improviso apparuit.» (Lycosth., pag. 565).

An 969. «Cruces in vestimentis apparuerunt, quædam ut lepra sorduerunt.» (Lycosth., pag. 564).

Il est difficile d'expliquer et même de comprendre ce que pouvaient être ces «croix», si on ne les considère pas comme une modification du phénomène précédent, comme des taches déposées par une pluie colorée, ou résultant du développement anormal d'organismes analogues à ceux dont on a parlé plus haut.

VI

Le phénomène des halos, des couronnes, des parhélies et parasélènes est fréquemment mentionné par les historiens², surtout lorsqu'il est accompagné de l'apparition de *croix* sur la Lune ou sur le Soleil.

En 838, «Apparuit in luna plena signum crucis, in circuitu resplendens, prima aurora incipiente, pridie nonas junii.» (Chron. Ademari Chabunnensis, D. B., t. VI, pag. 223).

Vers 1155, «Visæ sunt tres lunæ simul, habentes in medio suæ signum crucis» (Rer. It. script., tom. XIV, pag. 878).

Le Soleil est souvent alors teint en rouge : «sol sanguineus»; et les parhélies eux-mêmes sont rougeâtres, «rubei coloris»³

¹ En 1503, «In Germania, cruces in vestimentis et in pane similaceo apparent.» (Lycosth., pag. 512).

Voyez encore : J. Trithème, *Chron. Hirsaug.*, pag. 93. — Lycosth., pag. 510.

² *Sénèque* (l. I, 2, 13). — *Pline* (l. II, 28, 31). — *J. Obs.*, c. 73. — *Grég. de Tours*, D. B., tom. II, pag. 249. — *Orderici Vitalis hist.*, D. B., tom. XII, 719. — *Chr. Frodoardi*, D. B., VIII, 179. — *Lycosth.*, pag. 637. — *Gassendi Opera*, 1658, tom. II; *Phys.*, sect. III, liv. II.

³ *Parhelion*, sive soles quatuor spurii (description d'un parhélion le 20 mars 1629); ap. Gassendi, *Opuscula philosophica*, Florence, 1757, tom. III.

Le halo se dessine ordinairement sur de légers cirrus, tellement fondus en une seule masse que le ciel semble occupé par une sorte de vapeur blanchâtre, principalement dans la partie qui avoisine le Soleil; la teinte bleue de l'atmosphère a disparu, et se trouve remplacée par un léger brouillard.

C'est une ressemblance avec les offuscations. Nous savons que ce phénomène a été quelquefois accompagné de halos ou de couronnes, et nous avons cité plusieurs textes où il reste incertain si l'observateur décrit une offuscation ou bien un halo.

«Kalendis martii (1314) fere per duas horas ante auroram, impressio heic depicta¹ apparuit in aere, sicut ipse vidi; et apparuerunt tres lunæ cruce signatæ. Eadem impressio in ortu solis apparuit circa ipsum». (*Chron. Jordani*, ap. Muratori, *Antiquit. mediæ ævi*, tom. IV, pag. 1052).

De cette observation, rapprochons la suivante due à M. Renou :

«Le 24 février 1830, à quatre heures du matin et jusqu'au coucher de la Lune, on voyait un halo complet, à longs prolongements horizontaux, ayant une échancrure excessivement brillante à la partie supérieure, avec deux parasélènes brillants. Mais, ce qu'il y avait de plus remarquable, c'était une croix droite, à quatre bras égaux de six ou sept degrés de longueur, dont le centre coïncidait avec celui de la Lune: la largeur de ces bandes, égale à celle de la Lune, diminuait un peu aux extrémités; cette croix avait une lumière plus faible que celle du halo.» (*Comptes rendus*, tom. XXX, pag. 529).

D'après ces descriptions, il est clair que la phrase «crux in cælo apparuit» signifie un halo accompagné de croix qui apparaissent sur le Soleil ou la Lune.

Nous arrêterons là ces citations, déjà trop étendues; elles suffisent pour montrer que les nombreuses observations consignées dans les chroniques du moyen âge, bien que parfois défectueuses, ne sont pas sans intérêt, et qu'elles méritent d'être soigneusement recueillies et discutées avec attention.

¹ Ici est un dessin représentant ce halo remarquable, et qu'il est intéressant de comparer à la figure théorique (fig. 10) de la *Notice sur les halos*, par Bravais, insérée dans l'*Annuaire météorologique* de 1851.

ESSAI
SUR
L'ANCIEN GLACIER DE LA VALLÉE D'ARDELÈS
(HAUTES-PYRÉNÉES)

Par MM. Ch. MARTINS et Ed. COLLOMB.



Tous les géologues sont d'accord pour admettre que les vallées des Alpes, des Vosges et des Pyrénées ont été occupées pendant l'époque quaternaire par d'immenses glaciers qui descendaient même jusque dans les plaines voisines. La carte de l'ancienne extension des glaciers des Alpes et des Vosges a été faite, celle des glaciers pyrénéens ne l'est point encore.

Dans ce travail, nous commencerons à combler cette lacune en décrivant le plus grand des anciens glaciers du versant français des Pyrénées, celui qui, provenant des sommets les plus élevés de la chaîne centrale, s'est avancé le plus loin dans la plaine. Nous n'insisterons pas sur les traces que les affluents de ce glacier ont laissées dans leurs vallées respectives : ces traces sont partout aussi nombreuses, aussi variées, aussi incontestables que dans la vallée principale. Nous nous occuperons seulement du glacier qui remplissait autrefois la vallée d'Argelès arrosée par le Gave de Pau, et surtout de sa moraine terminale telle qu'on la reconnaît aux environs de Lourdes. En effet, c'est lorsqu'un glacier, sortant de la vallée qui l'enserme, débouche dans la plaine et s'étend librement sur une surface plane ou peu accidentée, qu'il devient intéressant d'étudier la disposition des dépôts morainiques, leurs rap-

ports avec les terrains sous-jacents, la distribution des blocs erratiques, la présence des cailloux rayés et des amas de boue glaciaire, la forme des roches moutonnées, polies et striées, la configuration des lacs, l'existence d'une nappe de *loess* et toutes les autres traces que le glacier disparu a laissées après lui.

ORIGINES DE L'ANCIEN GLACIER DE LA VALLÉE D'ARDELÈS.

C'est autour des pics Long, de Néouvieille, de Vignemale, et dans les cirques de Gavarnie et de Troumouse, qu'on retrouve encore les faibles restes du grand glacier qui occupait jadis la vallée d'Argelès et ses affluents. Il descendait de la crête des Pyrénées, frontières de la France et de l'Espagne, et ses racines s'étendaient de l'est à l'ouest depuis le pic Cuje-la-Palas ou Mourrous jusqu'au cirque d'Héas ou de Troumouse, sur une longueur de 50 kilomètres environ. La vallée principale, celle d'Argelès, aboutissait, en se ramifiant, aux vastes cirques de Gavarnie, des Oulettes, d'Estaubé et de Troumouse. Ces cirques, déjà très-élevés, sont dominés par des sommets tels que le pic Montherrat, ceux de Lourdes, de Crabère, Bernatoire, Blanc, entre les deux Ports, de Gabietou, la Brèche de Roland, le Casque, les tours et le pic de Marboré, celui d'Estaubé, le mont Arrouye, et enfin le pic de Troumouse, sommets dont l'altitude est comprise entre 2 500 et 3 255^m, hauteurs du pic de Crabères et du pic de Marboré.

L'affluent de la vallée de Cauterets prenait sa source dans les petits cirques au pied du Vignemale, élevé de 3 290 mètres, et de quelques autres sommets dont l'altitude moyenne est de 2 940 mètres au-dessus de la mer.

L'affluent de la vallée d'Arrens, plus à l'ouest, est dominé par de nombreux pics, tous compris entre 3 140 mètres, hauteur du pic du Cristail, et celui de Courouaou, qui s'élève encore à 2 692 mètres.

Le seul affluent considérable à l'est, celui de Barrèges, aboutit au pied du pic du Midi de Bagnères (altitude 2 877 mètres), de Néouvieille, de l'Heurtet, de Listres, de Madamette et du pic d'Aubert qui est élevé de 3 092 mètres. Les autres sommets dépassent tous 2 500 mètres.

On ne saurait imaginer une disposition orographique plus propice à l'établissement d'un grand glacier, en supposant un ensemble de conditions météorologiques différentes de celles qui constituent actuellement le climat

des Pyrénées. Sommets élevés entourant de grands cirques de réception dans lesquels les neiges s'accumulent en hiver, se conservent en se transformant en nevé pendant l'été; vallée principale longue de 47 kilomètres, dirigée vers le nord et dominée à l'est et à l'ouest par des sommets rapprochés dont l'altitude absolue est en moyenne de 2800 mètres, et qui s'élèvent de 1500 à 1800 mètres au-dessus du *thalweg* de la vallée, tout semble réuni pour favoriser le développement du glacier de la vallée d'Argelès. De grands affluents venaient en outre renforcer la masse principale dès son origine: sur la rive gauche, celui du Pla de Saussé, descendant du cirque des Oulettes et débouchant au-dessous de Gavarnie; sur la rive droite, les affluents des cirques d'Héas et d'Estaubé réunis, et sur la rive gauche celui d'Aspé rejoignant à Gèdre le glacier principal. Au niveau de Luz, l'affluent de Barrèges ayant 15 kilomètres de long. Plus bas, à Pierrefitte, le puissant glacier de Cauterets, long de 25 kilom., s'ajoutait à la rive gauche, qui plus bas encore recevait les deux affluents du Gave d'Arrens (25 kilom.) et du Gave de Labat (22 kilom.), réunis à Bun avant de déboucher au niveau d'Argelès, dans la vallée du même nom.

Tel est l'ensemble orographique au milieu duquel s'est développé pendant la période de froid le glacier de la vallée d'Argelès, le plus grand du revers septentrional de la chaîne. Sa longueur totale, depuis les tours de Marboré jusqu'au village d'Adé, où se trouvent ses dernières moraines terminales, était de 55 kilomètres (voy. *Pl. I, fig. 1*). Cette longueur n'a rien qui doive étonner l'imagination, puisqu'il existe encore actuellement dans l'Himalaya des glaciers mesurés par les capitaines Montgomerie et Godwin-Austen¹, plus longs que l'ancien glacier de la vallée d'Argelès. Calculant la pente générale de la surface, en prenant les altitudes du pied des tours de Marboré ou du sommet de la cascade de Gavarnie, nous arrivons par deux résultats concordants à lui assigner une pente moyenne générale de 0^m,039 par mètre, pente générale qui concorde avec celles que l'on constate sur un grand nombre de glaciers actuels.

¹ Voyez, sur ce sujet, Ch. Martins; *Revue des Deux-Mondes*, 15 janvier 1867, pag. 410.

DES TRACES QU'UN ANCIEN GLACIER DISPARU LAISSE APRÈS LUI.

Avant de commencer la description de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès, le lecteur nous permettra de lui rappeler en peu de mots quelles sont les traces qu'un grand glacier tel que celui que nous allons décrire laisse après lui ; elles sont de deux sortes : les unes résultat de l'action mécanique de la masse de glace descendant sans cesse dans la vallée qui l'enserme, usant, polissant et striant les roches même les plus dures ; les autres consistant en dépôts de matériaux meubles que le glacier transportait à sa surface, matériaux formant les *moraines superficielles*, composées uniquement de blocs et de fragments de toute grosseur, tombés des montagnes voisines. Ces débris, entraînés par le glacier, sont comparables à de véritables convois de fragments de roche de toute grosseur, depuis le grain de sable jusqu'à des blocs mesurant 50 et même 100 mètres cubes de volume ¹.

Quelques-uns de ces convois, reposant sur la rive droite et sur la rive gauche, constituent les *moraines latérales*, dont la hauteur au-dessus du *thalweg* coïncide avec celle de la surface du glacier. Quand un glacier est simple, il n'a que des moraines latérales ; mais s'il est composé de plusieurs affluents, comme celui qui nous occupe, on observe des *moraines médianes* plus ou moins rapprochées de l'axe du glacier. En effet, au confluent de deux glaciers, la moraine latérale gauche de l'un s'adosse à la moraine latérale droite de l'autre, et toutes deux constituent une *moraine médiane*. Dans l'espèce, le glacier de la vallée de Barrèges venant rejoindre celui d'Argelès au niveau de Luz, la moraine latérale gauche du premier s'adosse à la moraine latérale droite du second, et les deux trainées de matériaux réunies formaient une moraine médiane partant du promontoire qui sépare la ville de Luz de celle de Saint-Sauveur. De même, plus bas, la moraine latérale droite du glacier de Cauterets rejoignait la moraine latérale gauche du tronc principal, et de leur réunion résultait une moraine médiane dont le point de départ est au pied du pic de Viscos. Les matériaux des moraines superficielles étant transportés dou-

¹ Voir, pour plus de détails, le Mémoire et la planche de M. Ed. Collomb sur les glaciers actuels. (*Annales des Mines*, tom. XI, pag. 177 ; 1857.)

cement, lentement, sans secousses, à la surface du glacier, ne sont soumis à aucune action mécanique ; leurs angles et leurs arêtes ne sont pas émoussés, ils restent tels qu'ils étaient au moment de leur chute, sauf les dégradations et les morcellements dus aux agents atmosphériques qui modifient le volume et la forme des roches altérables, mais n'ont aucune action sur celles qui ne le sont pas.

Tous ces matériaux, tombés des montagnes voisines, ne restent pas à la surface du glacier : les uns s'engagent entre la glace et les parois de la vallée, les autres tombent dans les crevasses toujours béantes du glacier ; les uns et les autres finissent par gagner le fond, et forment au-dessous de la masse du glacier un dépôt connu sous le nom de *moraine profonde*. Pressés entre le glacier qui se meut et les roches dures qui l'encaissent, ces fragments sont soumis comme elles à l'action mécanique du puissant laminoir qui les entraîne en les broyant ; ces blocs, ces cailloux sont donc frottés, usés, burinés dans tous les sens, ce sont les *cailloux rayés* ; les autres, réduits à l'état de sable ou de poudre impalpable, forment la *boue glaciaire*, véritable émeri toujours imbibé d'eau auquel sont dues les stries de la roche en place et les raies des cailloux mobiles qui composent la moraine profonde. Cette bête joue en géologie un rôle qui n'est pas sans importance, elle ne reste pas toujours engagée dans les moraines ; mais, entraînée par le torrent qui s'échappe du glacier, elle est souvent transportée au loin et contribue pour une bonne part à la formation du loess des vallées.

A son extrémité inférieure, le glacier lui-même édifie un troisième genre de moraines. Tous les matériaux composant les moraines superficielles arrivés à l'escarpement terminal du glacier, par suite de sa progression incessante, tombent, chacun à leur tour, du haut de cet escarpement de glace, et forment ainsi, en s'accumulant, des digues concentriques qui entourent le talus final du glacier, mais reposent sur le sol qui le porte. Ces moraines se nomment *terminales* ou *frontales* ; et tandis que les moraines superficielles sont sensiblement parallèles à l'axe du glacier, celles-ci lui sont perpendiculaires.

Imaginons maintenant que le glacier disparaisse par la fusion, en reculant lentement ; voyons quelles traces il laissera de son existence antérieure. Nous ne supposons rien que l'observation des glaciers actuels n'ait permis de

constater maintes fois, depuis que l'on observe ceux de la Suisse, dans les vallées habitées de Grindelwald, de Zermatt, du haut Valais et de Chamonix en Savoie. Quand le glacier fond, son extrémité inférieure recule, découvre sa moraine profonde et s'éloigne de sa moraine terminale; mais en même temps, la glace disparaissant, les blocs des moraines médianes superficielles rejoignent la nappe formée par la moraine profonde, à laquelle ils se superposent : ceux des moraines latérales restent suspendus sur les contreforts de la vallée, où ils forment de longues trainées dont la hauteur au-dessus du *thalweg* est celle du glacier disparu; ce sont les plus apparentes. Les moraines médianes réunies à la moraine profonde le sont moins : en effet, depuis l'époque glaciaire, les torrents qui ont succédé au glacier entament, coupent, dégradent, démolissent les moraines terminales, sillonnent les moraines profondes et dissolvent ou entraînent au loin les matériaux qui ne résistent pas par leur volume, leur poids et l'inaltérabilité de leurs éléments minéralogiques. Les blocs les plus gros et les plus durs restent en place; mais les alluvions des cours d'eau qui ont remplacé le glacier, les éboulements, les deltas de déjection des torrents éteints ou en activité, en un mot toutes les causes sans cesse agissantes pour combler les vallées, enfouissent peu à peu les blocs et les cailloux rayés, qui ne sont visibles que dans certaines érosions du terrain, ou lorsque des travaux tels que les déblais d'une route, les tranchées d'un chemin de fer ou le creusement des fondations d'un édifice, découvrent la couche glaciaire sous la couche alluviale qui la recouvrait. Il en est de même des roches polies et striées; invisibles, en général, au fond de la vallée, elles sont parfaitement reconnaissables sur les contreforts latéraux.

Nous savons maintenant quelles traces un glacier disparu laisse après lui; appliquons ces notions à l'étude de celui de la vallée d'Argelès telles qu'elles se montrent, depuis son origine, dans le cirque de Gavarnie jusqu'aux environs de la ville de Lourdes.

TRACES DE L'ANCIEN GLACIER DANS LA VALLÉE D'ARGELES.

Transportons-nous au haut de la vallée, au centre du cirque de Gavarnie. Sur les assises crétacées et tertiaires qui forment les gradins de cet immense amphithéâtre, nous voyons encore les glaciers qui sont les restes de celui que nous allons étudier. Descendus des flancs du Taillon, des escarpements de la Brèche de Roland et du pied des tours de Marboré, ils ne dépassent pas le bord des gradins qui les supportent. Réunis jadis, ils descendaient dans le cirque de Gavarnie, et le remplissaient comme ceux des Alpes remplissent aujourd'hui les cirques qui avoisinent le Montblanc et la Jungfrau. Dans le cirque même de Gavarnie nous voyons la dernière moraine terminale que le glacier a déposée en se retirant : composée de blocs calcaires, de grès nummulitiques et de brèches fossilifères, elle sépare la portion la plus reculée du cirque d'un bassin à fond horizontal et nivelé qui la précède ; ce fond est uni comme celui de toutes les hautes vallées de la Suisse, et comme eux il mériterait le nom de *Boden*, ou plancher, qui leur a été donné.

La vallée de Gavarnie, qui succède au cirque, porte sur ses contreforts les traces de l'ancien glacier qui l'a occupée. Deux longues terrasses la dominent dans toute sa longueur, depuis Gavarnie jusqu'à Gèdre. L'une à droite, appelée montagne de Coumely, est le piédestal des pics de Pimené et de Larrue ; l'autre à gauche se nomme la montagne de Saugué. Les pâturages à surface inégale et ondulée de la montagne de Coumely, parsemés de granges à foin et d'étables pour les moutons, indiquent déjà aux yeux exercés du géologue glacialiste une ancienne moraine recouverte d'un tapis végétal de graminées et de plantes alpines, dont les matériaux désagrégés du dépôt glaciaire ont favorisé la croissance. De l'autre côté, la montagne de Saugué forme une opposition frappante avec celle de Coumely. Sa surface nue, composée de schistes bruns et de quartzites à formes moutonnées, contraste par sa couleur et sa stérilité avec les verts pâturages de Coumely. Les blocs erratiques des deux montagnes sont peu caractéristiques, et cela pour deux raisons : 1° Les roches du cirque de Gavarnie étant des calcaires et des grès friables, ne résistant pas comme les blocs de granite aux agents atmosphériques, ont dû disparaître

avec le temps; 2° Les montagnes qui dominent ces deux terrasses sont composées de roches minéralogiquement très-variées : quartzites; schistes micacés, argileux, ferrugineux ; calcaires divers, marbres, etc., roches se désagrégeant toutes plus ou moins facilement ; aussi est-il difficile de distinguer les blocs erratiques de ceux d'éboulement. Mais les roches moutonnées de la montagne de Saugué, les anciennes moraines ravinées par les eaux des pâturages de Font-Grane à l'extrémité sud de la terrasse de Coumely, et celles de Soula à l'extrémité nord de la montagne de Saugué, au-dessus de Gèdre, dénotent suffisamment l'origine glaciaire de ces deux terrasses. Sans s'élever au-dessus d'elles, le touriste peut se convaincre, même sur la grande route de Gavarnie à Gèdre, que le glacier a poli et usé les escarpements de la gorge où se trouve l'éboulement appelé le *Chaos*. Avant d'y arriver on remarque sur la droite de la route une protubérance composée de roches moutonnées, polies, striées et portant des blocs erratiques. Des roches semblables se remarquent sur la droite de la route, à la descente sur le village de Gèdre.

L'un de nous a mesuré la hauteur des deux terrasses de Coumely et de Saugué à l'aide d'un baromètre de Fortin comparé au grand siphon de M. Maxwell Leyt, à Bagnères de Bigorre, dont les observations correspondantes ont servi de base aux calculs¹. Les granges de Coumely, situées à l'extrémité nord de la terrasse au-dessus de Gèdre, sont à 1 750 mètres au-dessus de la mer et à 740 mètres au-dessus du confluent des deux Gaves à Gèdre (altitude trigonométrique 990^m). A 30 mètres au-dessus de ces granges, j'ai encore trouvé des cailloux de schiste noir, usés et rayés de la manière la plus manifeste; le glacier, pendant son maximum d'extension, s'élevait donc au-dessus de la terrasse, et le chiffre précédent 740 mètres indique une moindre extension que celui qui correspond à la hauteur où j'ai observé ces cailloux. L'extrémité sud de la terrasse, près des granges de *Font-Grane*, est à 1 690 mètres au-dessus de la mer et à 790 mètres au-dessus du confluent de Gèdre. Muni d'un niveau à bulle d'air et à réflexion de Meyerstein, j'ai pu mesurer la limite des roches moutonnées de la montagne de Saugué située en face de moi, et déterminer ainsi ce que M. Desor et les géologues Suisses après lui ont appelé : *la limite des polis*. Je l'ai trouvée de niveau avec le lambeau morai-

¹ Les calculs eux-mêmes ont été faits par notre ami M. Parès, avec le soin et la sagacité dont il a déjà donné tant de preuves.

nique sur lequel j'étais placé à Font-Grane , et les cotes de la Carte de France 1658 mètres (granges de Font-Grane), 1652 et 1649 mètres (montagne de Saugué) démontrent également que les roches moutonnées de cette dernière sont de niveau avec la partie correspondante de la terrasse de Coumely, située au-dessous du pic de Piméné.

Un autre lambeau morainique buttant contre la montagne de Suberpeyre, au-dessus de Gèdre, sur le prolongement de la montagne de Saugué, était également de niveau avec la terrasse morainique de Font-Grane et à 659 mètres au-dessus du confluent des deux Gaves à Gèdre. On peut donc admettre que pendant une longue période de son existence, le glacier d'Argelès avait, dans la vallée comprise entre Gèdre et Gavarnie, une puissance de 750 mètres environ.

A Gèdre même, M. Émilien Frossard a trouvé, dans les déblais entrepris pour le tracé de la nouvelle route, des blocs erratiques de grès crétacé, jaune et friable, avec *Ostrea carinata* du cirque de Gavarnie. C'est à Gèdre que commence le granite en place dans la vallée d'Argelès, et quoiqu'il disparaisse bientôt vers le sud sous les terrains plus modernes, nous ne nous étonnerons pas de trouver en aval de ce village des blocs de granite blanc à l'état erratique.

Entre Gèdre et Luz on aperçoit çà et là ces lambeaux morainiques et ces roches à formes arrondies qui se trouvent dans toutes les vallées pyrénéennes; mais rien ne mérite d'arrêter le géologue, sauf les blocs erratiques de granite qui se montrent sur les deux flancs de la vallée en aval du triple pont de Scia, près du torrent de Lassariou. Un rocher schisteux arrondi, placé entre la dernière cascade et le Gave, est entièrement recouvert de ces blocs.

Arrivé à Luz, l'ancien glacier de la vallée d'Argelès recevait le puissant affluent de la vallée de Barrèges. Il était intéressant d'étudier les traces qu'il a laissées de son passage en ce point. Placé sur le pont de Luz à Saint-Sauveur, le voyageur peut apercevoir, à l'œil nu ou armé d'une lorgnette, des blocs erratiques blancs qui entourent les granges d'Abié. Désireux de les examiner de plus près, l'un de nous partit de Luz muni de son baromètre, en traversant le village d'Asté. A 500 mètres environ au-dessus du Gave, il rencontra le premier bloc erratique en face de Saint-Sauveur; à partir de ce point, ils deviennent communs dans les bois de hêtres qui tapissent le flanc de la mon-

tagne, et on peut les suivre jusqu'à la plus élevée des granges d'Abié, au pied et sur le chemin du pic de Bergons. La grange elle-même est construite en granite, et les derniers blocs ne s'élèvent pas à plus de 20 mètres au-dessus d'elle. La plupart s'arrêtent au-dessous et forment dans les pâturages situés au sud de cette grange, une ligne horizontale parfaitement tranchée. La montagne elle-même est formée de schistes relevés vers le sud ; les derniers blocs erratiques des granges d'Abié sont à 1610^m au-dessus de la mer et à 924^m au-dessus du Gave, dont l'altitude trigonométrique sous le pont Napoléon est de 686 mètres. Le niveau à bulle d'air et à réflexion me permit de constater que les blocs erratiques du contrefort opposé s'arrêtent à peu près à la même hauteur au-dessus des villages de Sassis et de Sazos. Suivant le chemin du pic de Bergons et revenant à Luz par la vallée de Lise et les pâturages d'Estibes, le géologue constate que ces pâturages sont des moraines qui descendent jusqu'au village de Villenave, près de Luz ; elles accompagnaient le petit affluent glaciaire de la montagne de Pierrefitte. Le premier bloc de granite que l'on rencontre est à 1599 mètres au-dessus de la mer.

A Luz comme à Gèdre, M. Émilien Frossard a trouvé près des ruines des tours de Sainte-Marie des blocs erratiques de grès friable, provenant des assises crétacées du cirque de Gavarnie. En descendant la vallée, on observe des moraines à l'entrée de la gorge étroite de Pierrefitte, et dans cette gorge même, plaqués contre la montagne sur la rive gauche du Gave, des lambeaux morainiques formant des terrasses recouvertes de gras pâturages. Au sortir de la gorge, sur la droite et au niveau de la route, les schistes sont polis sur leur tranchant, lustrés et creusés par des marmites de géant (*pot-holes*) à section circulaire. Là, le glacier recevait le plus puissant de ses affluents, celui qui lui apportait les matériaux erratiques les plus nombreux et les plus indestructibles, les granites de la vallée de Caunterets. Le pic de Viscos, si remarquable par sa forme pyramidale, était le promontoire au pied duquel se réunissaient les deux glaciers : il est comparable à l'*Abschwung*, qui sépare les glaciers actuels du Lauter-Aar et du Finster-Aar, dont la réunion forme le glacier inférieur de l'Aar, si bien étudié par MM. Agassiz, Desor, Vogt et Dollfus-Ausset. Une immense moraine latérale gauche, parfaitement dessinée sur la feuille de Luz de la Carte de France, s'étend de l'entrée de la gorge de Caunterets jusqu'au-delà de Saint-Savin. Profondément découpée par les eaux

qui l'ont ravinée, ses bords sont festonnés par de larges échancrures : elle porte les cotes de 1233, 1303, 1318 et 1244 mètres, preuve qu'elle est sensiblement horizontale. La surface est en pâturages et serait désignée sous le nom d'*Alp* par les fruitiers de la Suisse. L'un de nous a étudié plus spécialement l'extrémité méridionale de cette moraine, au-dessus du village d'Arcizans, en compagnie de M. Arthur Jones de Taurton, ecclésiastique anglais qui habitait alors Argelès. De la ville même, on reconnaît que les flancs de la montagne désignée sur la Carte de France par le nom de d'Escorne-Crabe sont sillonnés par des ravins creusés dans du terrain meuble. Un œil exercé distingue d'anciennes moraines. Déjà les flancs de la montagne au-dessus d'Arcizans sont couverts d'innombrables blocs erratiques de granite blanc à mica noir. Arrivés aux pâturages de Comés, le baromètre suspendu *au pied* du ravin morainique le plus considérable de tous ceux que l'on aperçoit d'Argelès, nous apprit que ces pâturages sont à 1015 mètres au-dessus de la mer, et 600 mètres au-dessus du Gave de Pau, sous le pont de Filhos près d'Argelès. En nous élevant sur la moraine, nous remarquâmes des cailloux rayés et d'énormes blocs granitiques faisant saillie au milieu des débris qui les retenaient en place.

Arrivés au haut du ravin, nous nous trouvâmes sur une terrasse tournée vers le nord, d'où la vue plongeait sur Argelès et embrassait toute la vallée jusqu'au pic de Jer, près de Lourdes. La terrasse elle-même était en pâturages alpestres où l'on fauchait le foin. Le baromètre, placé près de la grange Laurent, faisant partie des pâturages de Jesia, accusait une élévation de 1207 mètres au-dessus de la mer, et de 792 mètres au-dessus du Gave de Pau. La hauteur du placage morainique était de 192 mètres environ. De ce point, je constatai à l'aide de mon niveau que le pic de Gez (altitude 1097 mètres), qui domine Argelès, est entièrement couvert de blocs erratiques, et M. Arthur Jones s'est assuré depuis qu'ils étaient également granitiques. Nous reconnûmes encore avec la lorgnette que les blocs accumulés sur la montagne située au-dessus des villages d'Ost et de Vidaloz, s'arrêtent à une hauteur très-approchée de celle à laquelle nous étions nous-mêmes. Tous ces chiffres, comparés les uns aux autres, donnent à l'ancien glacier de la vallée d'Argelès une puissance de 790 mètres au niveau de la ville du même nom. Au-dessus de la terrasse où nous étions placés, nous vîmes encore beaucoup de gros blocs épars : c'étaient des quartzites noirs; nous nous assurâmes qu'ils n'étaient point erra-

tiques, mais provenaient d'une crête de même nature qui termine le vaste plateau de la montagne d'Escorne-Crabe. Plusieurs en s'éboulant étaient descendus jusque sur la moraine. La ville d'Argelès est elle-même bâtie sur une moraine granitique fort basse, correspondant à l'époque de retrait du glacier: couverte de châtaigniers, elle s'étend sous la forme d'une longue colline en aval d'Argelès jusqu'au village d'Ost, jouant à la fois le rôle de moraine latérale gauche pour le grand glacier d'Argelès, et de moraine terminale pour le glacier affluent par la vallée de Salles. Le monticule portant la tour ruinée de Vidaloz, situé à l'extrémité de la moraine, est manifestement poli et strié, suivant les observations de M. Jones, et les autres monticules qui surgissent du fond de la vallée présentent ces formes arrondies qui trahissent l'action d'un ancien glacier. Dans les environs d'Argelès, MM. Émilien Frossard et Arthur Jones ont trouvé à l'état erratique des fragments de la roche devonienne, avec *Retepora reticularis*, originaire du Port et de la Prade de Gavarnie. La conservation des empreintes délicates de ces polypiers montre que dans ce long trajet ils n'ont été ni roulés par les eaux, ni entraînés entre le glacier et ses parois, mais transportés sans frottement à sa surface depuis le cirque jusqu'au point où la fusion de la glace les a déposés.

Nous voici parvenus à l'extrémité inférieure de la vallée d'Argelès, au point où elle débouche dans la plaine sous-pyrénéenne. (Voyez la Carte Pl. I, fig. 7, ou la feuille de Tarbes de la Carte de France.) A droite, le pic de Jer s'élève à 950 mètres au-dessus de la mer. Nous voulûmes déterminer sur ses flancs la limite extrême des blocs, et mesurer ainsi l'épaisseur du glacier à la sortie de la vallée d'Argelès.

Moraine latérale droite. — Le 24 octobre 1866 au matin, nous allâmes planter notre baromètre au moulin de la Tour (altitude trigonométrique 370^m), sur les bords du Gave de Pau, et nous nous élevâmes sur le revers occidental du pic de Jer. A mesure que nous montions, les blocs de granite blanc devenaient plus communs, et, arrivés au col qui sépare le grand du petit Jer, à la hauteur de 653 mètres au-dessus de la mer, et de 283 mètres au-dessus du Gave, nous nous trouvâmes dans un véritable champ de blocs. L'un d'eux, situé à 50 mètres au-dessus du col, est visible de la partie de la route d'Argelès qui longe le pied du pic de Jer.

Continuant à monter, nous marchions toujours au milieu des blocs ; ils étaient moins nombreux et cessèrent peu à peu (Voy. Pl. I, fig. 2). Le baromètre suspendu à notre *Alpenstock*, près du dernier, nous donna une altitude de 820 mètres, ou 450 mètres de hauteur au-dessus du Gave. Ces blocs étaient de médiocre grosseur, arrondis, et composés de quartzite très-dur. De ce point au sommet du pic de Jer (altitude trigonométrique 950^m), et par conséquent sur une hauteur de 150 mètres, nous n'en trouvâmes plus un seul, et cependant ils eussent été très-visibles au milieu des buis, des genévriers et des noisetiers rabougrés qui couvrent le sommet de la montagne.

Nous redescendîmes vers Louzourme, sur le flanc oriental du pic, et rencontrâmes les premiers débris erratiques à 160 mètres au-dessous du sommet, et par conséquent à 420 mètres au-dessus du Gave. Ce chiffre confirme le précédent (450^m), et nous fournit une seconde limite de l'épaisseur du glacier. Le sommet du pic de Jer formait donc, à l'extrémité du glacier d'Argelès, un îlot découvert analogue au *Jardin* de la mer de glace de Chamonix. Sur le versant oriental, à 40 mètres au-dessous de la cote 420 mètres, les blocs de granite blanc redevinrent très-communs : quelques-uns, véritablement énormes, gisent près du monticule dolomitique situé au sud-sud-ouest du hameau de Louzourme. Nous en notâmes d'autres autour de celui d'Antalos, et depuis ce village jusqu'aux bords de la Nès, affluent du Gave de Pau, dont les ardoisières exploitées permettent de voir la coupe du terrain, on constate que la montagne est couverte d'un revêtement morainique sur lequel reposent de nombreux blocs erratiques.

Moraine médiane. — Nous connaissons la moraine latérale droite du glacier. Une disposition orographique spéciale nous permettra d'étudier la moraine médiane enfouie dans les parties supérieures de la vallée sous les alluvions modernes du Gave qui la parcourt. En approchant de Lourdes, on voit à l'ouest une croupe de montagne couverte de blocs erratiques dont quelques-uns se profilent sur le ciel : c'est le Bèout, dont le sommet est à 792 mètres au-dessus de la mer et à 422 mètres au-dessus du Gave de Pau au moulin de la Tour. Semblable à une borne gigantesque, le Bèout s'élève au milieu de la vallée dont le pic de Jer et la montagne d'Exh

(prononcez *Esch*) sont les contreforts. C'est donc le fond même du glacier que nous allons étudier; son action sur la roche sous-jacente se montre avec la dernière évidence. Tous les monticules calcaires qui bordent la route entre Lourdes et le pied du pic de Jer sont moutonnés; mais les actions atmosphériques ont détruit les surfaces polies et effacé les stries; il y a eu ablation de cette surface, comme nous en aurons la preuve tout à l'heure. Si, traversant le Gave de Pau, on se dirige par Aspin-les-Angles vers le contrefort méridional du Béout, on rencontre de nombreux blocs erratiques de granite blanc et de schistes. La vallée d'Ossen, que l'on traverse, est le siège de nombreuses carrières de beau calcaire jurassique noir que les ouvriers façonnent sur place. A mesure qu'on s'élève sur le revers méridional du Béout, les blocs deviennent plus nombreux, et à 500 mètres au-dessous du sommet ils recouvrent entièrement le sol et présentent ces positions bizarres, ces entassements, ces états d'équilibre instable qu'on admire dans les grandes moraines des glaciers actuels. La pente calcaire sur laquelle ils reposent a été sillonnée et creusée par les eaux; c'est un véritable *Karrenfeld*. L'un de ces monolithes, reposant sur deux autres beaucoup plus petits (*Pl. I, fig. 8*), avait 4^m,45 de longueur. Circulant au milieu des blocs, on arrive à la crête, et l'on se trouve près de ceux qui se profilent sur le ciel, quand on regarde le Béout en arrivant à la ville de Lourdes: le plus méridional de tous a 4^m,50 de long, 3^m,70 de large, 5^m,00 de haut, et repose sur du gravier erratique. Un second, situé plus haut et formant une voûte servant de refuge aux bergers, nous parut le plus gros: il a 6^m,60 de long, 3^m,30 de large, et 2^m,50 de haut. Devant lui à l'est, sur la pente qui regarde Lourdes, s'en trouve un autre dont l'aspect est plein d'enseignements (*Pl. I, fig. 9*). Incliné de 50° à l'horizon dans le sens de la pente du versant, il repose sur un piédestal calcaire de 1^m,50 de haut sur 1^m,00 de large, qu'il surplombe des deux côtés, savoir: de 1^m,55 vers le haut de la montagne et de 0^m,75 vers le bas. Le bloc protégeant le calcaire situé au-dessous de lui contre l'action destructive des agents atmosphériques, est resté *perché* sur un piédestal dont la hauteur nous permet d'estimer l'épaisseur de la couche calcaire qu'ils ont enlevée. Quand on songe au nombre de siècles nécessaire pour produire une telle abrasion, on ne comprend pas que le bloc soit demeuré si longtemps dans la position où il se trouve et n'ait pas été précipité dans la

vallée. Au-dessus de ce monolithe, leur nombre ne diminue pas, on en aperçoit d'autres qui sont perchés; enfin le sommet lui-même est un champ de blocs élevé de 792 mètres au-dessus de la mer et de 422 mètres au-dessus du Gave : tous les flancs de la montagne en sont couverts. Nous savons donc maintenant que le glacier passait par-dessus le sommet du Béout, et que l'épaisseur de sa partie moyenne a atteint 450 mètres au-dessus du Gave de Pau au moulin de la Tour. En redescendant sur la crête septentrionale du Béout, nous circulâmes encore longtemps au milieu de blocs granitiques semblables à ceux que nous avons décrits, les uns entiers, les autres brisés dans leur chute; puis ils devinrent plus rares, et cessèrent à 200 mètres environ au-dessus du torrent.

La croupe du Béout, près de Lourdes, correspond exactement à celle du pic de Gez, près d'Argelès. Tous deux sont couverts jusqu'à leur sommet d'innombrables blocs erratiques de granite blanc, et tous deux nous donnent pour l'épaisseur du glacier un chiffre moyen qui ne laisse prise à aucune objection, savoir : une épaisseur de 682 mètres à Argelès, et de 422 mètres à Lourdes.

Moraine latérale gauche (Voy. Pl. 1, fig. 2 et la Carte fig. 7). — Déjà du sommet du Béout nous avons remarqué une ligne de blocs au pied du cône dénudé que les habitants désignent sous le nom de Soum d'Exh, et qui s'élève à 914 mètres au-dessus de la mer, d'après les mesures trigonométriques de la Carte de l'état-major. Pour y arriver, on traverse les villages d'Aspin-les-Angles, d'Ossen et d'Omex. Ce dernier est bâti sur une ancienne moraine et entouré d'innombrables blocs erratiques. Arrivés sur le bord du plateau qui porte le cône terminal appelé le Soum d'Exh, nous en avîmes un qui avait 9^m,50 de long et 4^m,50 de large; il s'était brisé dans sa chute. Les derniers forment une ligne sensiblement horizontale et dont le point le plus élevé est à 777 mètres au-dessus de la mer, et à 407 mètres au-dessus du Gave de Pau au moulin de la Tour. Nous avons trouvé 422 mètres pour les blocs au sommet du Béout, et 450 mètres pour la limite extrême des blocs sur le pic de Jer. Les trois nombres concordent donc parfaitement. Toutefois le Béout, dont l'altitude est de 792 mètres (422 mètres au-dessus du Gave), étant couvert de blocs erratiques jusqu'à son sommet, il en résulte que la moraine latérale de la montagne d'Exh ne correspond pas

à la puissance *maximum* du glacier, puisqu'à une certaine époque le Bèout a été entièrement enseveli sous la glace, qui y a déposé les blocs de la moraine médiane. Cette moraine correspond à une épaisseur moyenne du glacier : de même les blocs si abondants du col de Jer (altitude 660 mètres et 283 mètres au-dessus du Gave) et des pentes au-dessus du village d'Omex situées à la même hauteur, correspondent aussi à une longue période pendant laquelle l'épaisseur du glacier était encore moindre et ne dépassait pas 500 mètres environ.

Le profil (*Pl. I, fig. 1*) qui accompagne ce mémoire nous donne pour l'épaisseur de notre glacier les chiffres suivants : à Gèdre 850 mètres ; à Saint-Sauveur 800 mètres ; à Pierrefitte 675 mètres ; à Argelès 600 mètres ; au pic de Jer 412 mètres. Ces chiffres ne sont pas d'accord avec ceux que nous avons obtenus par des mesures barométriques directes. Ainsi, à Gèdre nous avons trouvé 659 mètres (montagne de Saugué) au lieu de 850 mètres ; à Saint-Sauveur 924 mètres au lieu de 800 mètres ; à Argelès 792 mètres au lieu de 600 ; au pic de Jer 430 mètres au lieu de 412 mètres. Voici la cause de ces différences : Pendant sa longue existence, un glacier ne conserve ni la même longueur ni la même épaisseur, et ne dépose pas toujours des moraines également puissantes sur ses contreforts : en effet, la puissance de ces moraines dépend de la quantité de matériaux qui tombent sur les glaciers, ou en d'autres termes des éboulements qui ont lieu dans les montagnes. Or rien de plus capricieux et de plus variable que le nombre et le volume de ces éboulements. Nous en avons été témoins pendant les étés où nous habitons le glacier de l'Aar avec MM. Agassiz, Desor et Dollfus-Ausset. Ce que le géologue mesure avec le baromètre, c'est la hauteur de la moraine la plus apparente : celle-ci peut correspondre à l'épaisseur maximum, minimum ou moyenne du glacier. Ne voyons-nous pas à Argelès une moraine élevée de 792 mètres au-dessus du Gave, et une autre élevée à peine de 100 mètres ! au débouché de la vallée, l'une à 320, l'autre à 450 mètres ! Ces moraines correspondent évidemment à des épaisseurs maxima et minima. La terrasse morainique de Coumely est inférieure à l'état maximum ; aussi ai-je trouvé des cailloux rayés au-dessus de cette terrasse. Aux granges d'Abi en face de Saint-Sauveur (924 mètres), c'est au contraire une rangée de blocs correspondant au maximum d'épaisseur dont l'altitude a été déterminée. Le lambeau

morainique lui-même qui porte les granges d'Abié n'était qu'à 880 mètres au-dessus du Gave. Cette hauteur est sensiblement égale à l'épaisseur moyenne du profil (*Pl. I, fig. 1*). Ainsi donc, ces différences altitudinales prouvent seulement que le glacier dépose ses moraines latérales les plus apparentes, tantôt sur un point, tantôt sur un autre; tantôt à une hauteur, tantôt à une autre. Quand il a disparu, nous constatons la présence de ces moraines qui correspondent aux différentes périodes d'extension et de retrait dont elles sont les témoins.

Nous ne dirons rien des traces que les affluents de l'ancien glacier d'Argelès ont laissées de leur existence antérieure dans les vallées qui débouchaient dans celle du Gave de Pau (*Voy. Pl. I, fig. 3*), espérant que quelque jeune géologue pyrénéen complètera un jour ce travail et achèvera le tableau que nous avons ébauché. Nous lui signalerons seulement les immenses moraines qui entourent de tout côté la station thermale de Barrèges : elles se prolongent presque jusqu'à Luz, car la plus inférieure supporte le village de Serts, et les blocs erratiques descendent jusqu'au bord de la route. Dans l'affluent de Cauterets, les roches granitiques moutonnées qui entourent le pont d'Espagne, n'ont de comparables que celles de la Handeck, dans le canton de Berne en Suisse. Parmi le nombre immense de petits lacs qui sont étagés dans les hautes vallées des Pyrénées, il en est certainement beaucoup qui doivent leur existence à d'anciennes moraines, comme ceux d'Oo et de Lourdes. Il serait intéressant de les signaler, car l'intime relation qui lie la présence des lacs aux terrains glaciaires est une des questions qui fixent en ce moment l'attention des géologues quaternaires, et l'une de celles qui doit jeter le plus grand jour sur les modifications profondes que les glaciers ont amenées dans le système hydrographique des rivières qui traversent leur ancien domaine. Nous en avons la preuve dans cette monographie : un seul glacier pyrénéen s'est étendu dans la plaine sous-pyrénéenne, et un seul lac existe au pied des Pyrénées, celui de Lourdes; tandis que les Alpes sont entourées de lacs nombreux et étendus, situés tous dans le périmètre de l'ancienne extension des glaciers.

GRANDE MORAINÉ TERMINALE DU GLACIER DE LA VALLÉE D'ARDELÈS.

Sortons de la vallée d'Argelès, et étudions la moraine terminale telle qu'elle se développe au nord de Lourdes : elle forme (Voy. *Pl. I, fig. 7*, ou la feuille de Tarbes de la Carte de France) un grand arc de cercle passant par les villages de Peyrouse, Loubajac, Adé, Juloz et Arcizac-ès-Angles. Rendons-nous d'abord, avec la foule des pèlerins crédules, à la grotte miraculeuse, théâtre d'une apparition de la Vierge à la jeune Bernadette Soubiron, le 14 février 1858. Arrivés près d'un ruisseau au bord duquel se trouve une scierie, il suffit de le remonter de 200 mètres pour trouver les deux magnifiques sources qui lui donnent naissance; les rochers qui les dominent offrent de grandes surfaces polies et striées. En revenant à la route et marchant vers la grotte, on rencontre des exploitations du calcaire jurassique. Partout où la roche a été mise à nu, elle est polie et striée, et les stries sont dirigées du sud-sud-est au nord-nord-ouest. Le rocher calcaire qui surplombe la grotte miraculeuse était lui-même une roche moutonnée, comme nous l'avons constaté avant que l'on commençât la construction de l'église actuelle. Derrière l'église, la montagne est revêtue d'une couche de boue glaciaire renfermant des cailloux rayés, mais masquée maintenant par un mur de soutènement. L'amas se continue plus loin, et la route présente la coupe d'une moraine avec boue glaciaire et blocs de granite, de schistes, de calcaires et d'ophite. La moraine est surmontée d'une terrasse assez régulière, couverte de prairies et semée de blocs, les uns calcaires, éboulés de la montagne, les autres erratiques. La grotte elle-même et la cavité dans laquelle la jeune Bernadette a cru voir la Vierge, sont un effet des érosions aqueuses du Gave de Pau et des actions atmosphériques subséquentes. La coupe (*Pl. I, fig. 4*) dirigée du sud-est au nord-ouest, de la grotte miraculeuse au lac de Lourdes, montre très-bien comment les collines crétacées succèdent aux montagnes jurassiques, et la distribution des matériaux erratiques sur les unes et les autres.

Nous ne quitterons pas ce point sans parler de l'angle droit que fait le Gave de Pau en sortant de la vallée d'Argelès : c'est le rocher jurassique qui porte le château de Lourdes, ce sont les schistes crétacés plongeant vers le

sud qui le détournent brusquement vers l'occident et le forcent à couler de l'est à l'ouest, au lieu de continuer son cours dans la direction du sud au nord. On s'en assure en descendant dans la ville de Lourdes vers les tanneries qui sont au bord du torrent, et en longeant pendant quelque temps sa rive droite. On voit les schistes crétacés qui font saillie dans le lit même du Gave, et on constate que les dépôts de transport sont complètement étrangers à ce changement de direction, comme ils le sont près de Martigny en Valais à celui du Rhône, qui tourne également à angle droit pour se jeter dans le lac de Genève.

Portion occidentale de la moraine terminale du grand glacier de la vallée d'Argelès. — Examinons maintenant la partie occidentale de la grande moraine terminale de l'ancien glacier d'Argelès. La route de Lourdes à Saint-Pé et le chemin de fer de Lourdes à Pau, nous offrent deux coupes superposées du terrain morainique (*Pl. 1, fig. 4*). Près de la gare de Lourdes, une profonde excavation faite pour obtenir des matériaux de remblai a mis à nu des blocs anguleux de 1 à 2 mètres de granite blanc, et de schistes ferrugineux, anguleux ou arrondis par le frottement. C'est là que M. Émilien Frossard a trouvé des grès crétacés friables du cirque de Gavarnie, avec Oursins, *Pecten*, *Ostrea vesicularis*, *O. larva* et Polypiers. Plus loin, sur le passage à niveau de la route de Poueyferré, on voit déjà une coupe de la moraine avec blocs et cailloux granitiques décomposés, sable et boue glaciaire. Mais plus loin, une grande surface d'emprunt, pour laquelle on a profondément entamé la moraine, montre un escarpement composé des matériaux les plus disparates : granites, calcaires noirs, marbres blancs, schistes, boue et sable glaciaire, contenant des blocs rayés de 3 mètres de long. Les blocs de calcaire noir présentent des raies aussi distinctes que celles que portent les cailloux analogues qu'on recueille sous le glacier de Grindelwald. Après le passage à niveau sur la route de Saint-Pé, le chemin de fer est tracé sur les alluvions du Gave. La route est au-dessus, et l'on se trouve en face des bois de Supercarrière. Si, traversant la route, on monte sur les collines situées entre le Gave et le lac de Lourdes, on observe un grand nombre de blocs granitiques, à partir du Gave jusqu'en haut. Quelques-uns de ces blocs seraient remarquables même dans les Alpes. L'un d'eux, visible

de la route, et portant un buisson de ronce et un chêne, est fendu par le milieu ; sa longueur est de 7 mètres sur 4^m,30 de large. L'autre, au sommet de la colline, à 180 mètres environ au-dessus du Gave, repose par ses extrémités (*Pl. I, fig. 10*) sur trois autres plus petits ; sa longueur est de 5^m,60, la largeur de 2 mètres, et la hauteur de la voûte au-dessus du sol de 0^m,95. Toutes les collines environnantes sont couvertes de fougères, leurs pentes stériles sont restées sans culture à cause du nombre prodigieux de blocs qui les remplissent. Du point culminant on découvre le petit lac de Lourdes, long de 1 600 mètres, et élevé de 421 mètres au-dessus de la mer ; il n'est pas profond, car nulle part on ne trouve plus de 14 mètres d'eau. C'est un lac morainique (*Pl. I, fig. 4 et fig. 15*) barré en aval par une moraine, au pied de laquelle il finit à l'état de tourbière fangeuse. La longueur de cette tourbière est de 150 mètres environ. La moraine le barrant complètement en aval, il se déverse en amont dans la Gave de Pau, qui coule à 70 mètres au-dessous de lui. L'existence de ce lac, le seul qui soit en dehors de la chaîne des Pyrénées, est un fait notable. Comme la plupart des lacs qui entourent les Alpes, il est lié à la configuration du terrain glaciaire, et présente le caractère le plus frappant de beaucoup de ces lacs, son écoulement en amont, qui le range dans la même catégorie que les lacs d'Orta, de Varèse, de Côme, au pied méridional des Alpes, et de Gérardmer dans les Vosges. Tous les alentours de ce lac sont couverts de blocs erratiques, ils sont surtout abondants vers son extrémité septentrionale, sur les collines de l'une et l'autre rive. En continuant à se diriger vers Peyrouse, ils deviennent plus rares, quoiqu'ils soient encore abondants dans les bois de châtaigniers qui dominent la chapelle ruinée de Sainte-Marguerite.

Arrivés à Peyrouse, nous avons marché vers le nord-est, en cotoyant la limite de la moraine. Ça et là un gros bloc se montre près de la route cantonale ; les murs de clôture ont été construits avec des matériaux erratiques ; les bois de chênes et de châtaigniers que traverse le chemin à un kilomètre de Peyrouse sont remplis de gros blocs. L'un d'eux, situé à droite et sur le bord même de la route, n'a pas moins de 6^m,50 de long sur 4 mètres de haut et autant de large. Nous sommes en pleine moraine : arrivés au haut de la colline qui porte la villa Mourles appartenant à M. Fould, les blocs sont plus rares, quoique le sol soit toujours morainique. Marchant au

nord sur le plateau, nous les voyons diminuer de nombre et de volume, et cesser à un kilomètre environ de la villa, au-dessus du village de Loubajac. Le terrain du plateau est du loess argileux jaunâtre; les clôtures des pacages d'ajoncs et de fougères sont en terre; c'est la limite extrême de la moraine éparpillée qui va se raccorder par Loubajac et Bartrès avec les belles moraines terminales du village d'Adé. Entre Loubajac et Poueyferré, les blocs sont encore disséminés; mais entre ce village et le lac de Lourdes, ils sont accumulés en nombre immense dans les champs incultes et dans les bois: un grand nombre ont été extraits des champs cultivés détruits, enterrés ou employés pour faire des murs de clôture. C'est ce district que nous recommandons à l'attention des géologues qui ne pourraient pas disposer de beaucoup de temps. Après avoir compté, sur le chemin de fer de Tarbes à Lourdes, les sept moraines échelonnées entre Lourdes et Adé, ils prendront la route de Lourdes à Poueyferré. A 2^k,450^m de la ville, un bloc pyramidal de lumachelle (*Pl. I, fig. 11*), haut de 4^m,50 et fiché dans le sol, marque pour ainsi dire le commencement de la région des blocs. La route passant près du château ruiné de Saint-Germès est tracée dans le terrain erratique; les blocs sont nombreux et variés (quartzite, granites blancs, schistes maclifères); les plus gros sont autour de la grange appelée *la Bouchède*, dans les bois de châtaigniers. Le plus volumineux que nous ayons mesuré, placé entre trois chênes (*Pl. I, fig. 12*), avait 9^m,50 de long, 7^m,40 de large et 2^m,60 de haut; c'est du granite blanc avec mica noir. Un autre couché à la lisière du bois sur le chemin parallèle au lac, au lieu dit *la Canzia*, est brisé à son quart méridional; il a 6^m,60 de long et 5^m,30 de large; nous le dédions à notre ami M. Émilien Frossard, de Bagnères de Bigorre, qui nous a fait connaître cette localité dès 1864. En allant de ce point vers la villa Mourles, on marche toujours au milieu des blocs, et l'on acquiert la conviction que les moraines de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès s'étendaient en éventail depuis Peyrouse jusqu'à Loubajac.

Considérant la vallée de Lourdes à Adé, que le chemin de fer de Lourdes à Tarbes parcourt dans toute sa longueur, comme l'axe de la moraine de notre ancien glacier, il nous reste à raccorder les blocs de Loubajac et de Poueyferré avec la dernière moraine d'Adé. Entre Loubajac et Bartrès, on ne trouve que des blocs éparpillés; mais entre ce village et Adé, les col-

lines sont couvertes de quartzites très-gros, de granites, de schistes maclifères et de quelques blocs de marbre blanc du Vignemale.

Moraines frontales d'Adé. — Les tranchées du chemin de fer de Lourdes à Peyrouse nous ont permis de voir la section du terrain erratique appartenant à la moraine latérale gauche du glacier disparu dont nous étudions les dépôts; celui de Lourdes à Tarbes a coupé une série de moraines terminales, indiquant les points où le glacier, dans sa période de retrait, a stationné le plus longtemps. Nous allons les étudier successivement en partant de la gare de Lourdes, et nous raccorderons ensuite la dernière de ces moraines terminales, situées au bout du village d'Adé, avec la partie orientale de la moraine qu'il nous reste à délimiter.

Les deux premières moraines terminales en partant de Lourdes (*Pl. I, coupe 5*) se trouvent au contour du chemin de fer lorsqu'il s'infléchit vers le nord; elles se composent de cailloux arrondis, mais portent à leur surface des blocs anguleux. Les deux suivantes sont moins marquées, mais les trois dernières, situées près du village d'Adé, présentent l'ensemble des caractères qui distinguent les moraines terminales les mieux accusées. Il ne faut pas s'en étonner: la vallée de Lourdes à Adé est précisément dans le prolongement de celle d'Argelès, et dans sa période de retrait le glacier a probablement abandonné cette vallée après celles de Peyrouse, de Loubajac, et de Lézignan qui convergent obliquement vers la ville de Lourdes. La cinquième moraine se trouve après la station du chemin de fer entre les villages de Saux et d'Adé. La coupe de la moraine a 10 mètres de hauteur au-dessus des rails; on y remarque de gros blocs granitiques, des schistes, des calcaires noirs en fragments anguleux ou arrondis, et des lentilles de sable argileux très-fin, véritable boue de glacier: elle se continue vers l'ouest jusqu'aux contreforts de la vallée, qui sont couverts de blocs éparpillés.

Cette moraine est suivie d'une surface plane, nivelée, comme on les observe si souvent devant les glaciers actuels. La sixième moraine (*Pl. I, fig. 6*), est sous le pont du chemin de fer, et porte le village d'Adé; elle est dirigée de l'ENE au SSO. Sa largeur est égale à la longueur du village, et sa hauteur varie de 6 à 8 mètres; elle se compose des mêmes éléments que la précédente. La septième et dernière moraine frontale a été

coupée par le chemin de fer à son extrémité orientale; la coupe a 15 mètres de haut. Sur le versant sud de cette moraine, on aperçoit du chemin de fer un certain nombre de blocs de grès avec des veines de quartz. L'un d'eux, présentant des traces d'exploitation, a 4^m,30 de long sur 4^m,10 de haut. Sur la moraine même, dans le bois de châtaigniers qui la recouvre, gisent de nombreux blocs erratiques granitiques. La moraine se prolonge vers l'ouest, où elle se raccorde, nous l'avons déjà dit, avec l'erratique de Bartrès et de Loubajac. Au-delà d'Adé commence la plaine nivelée au milieu de laquelle est située la ville de Tarbes; cette plaine est couverte d'un sable fin argileux jaunâtre, d'une grande épaisseur, correspondant parfaitement au *lehm* ou *loess* de la vallée du Rhin; comme lui, il représente la boue glaciaire entraînée par les eaux pendant et après la période d'extension. Au-delà d'Adé, la première colline coupée par le chemin de fer, au lieu dit Cazalerès, n'est plus morainique; ce sont des schistes métamorphiques traversés par un dyke d'ophite dont les parties exposées à l'air se décomposent en boules. Près de la surface du lehm, on observe souvent une nappe de cailloux roulés, et çà et là quelques petits blocs arrondis d'origine pyrénéenne. Ce lehm se prolonge dans la direction de Bordeaux par Tarbes et Caussade, jusqu'à Aire dans les Landes, sur une longueur de 72 kilomètres. Le sable des Landes, accompagné d'un sol noir et tourbeux, succède au lehm sous-pyrénéen, après Cazères et Grenade sur l'Adour: c'est donc une teinte à changer dans la Carte géologique de France de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont, qui prolongent les sables des Landes jusqu'au pied des Pyrénées centrales.

Portion orientale de la grande moraine terminale de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès. — La série des moraines terminales comprises entre Lourdes et Adé forme un axe qui divise la moraine terminale de notre ancien glacier en deux portions: l'une occidentale plus grande, c'est celle que nous venons de décrire; l'autre orientale plus petite, que nous allons étudier. Revenons donc à Lourdes, notre centre d'opération, et dirigeons-nous vers l'est, dans la vallée de Lézignan, sur la route qui mène dans la vallée de Bagnères. En partant de la ville, on remarque des blocs sur le versant septentrional du Calvaire de Lourdes, puis on aperçoit ceux du versant oriental du pic de Jer. De l'autre côté de la vallée, les blocs granitiques et ophitiques sont

communs sur la montagne qui domine Lézignan ; ils en atteignent la crête, et descendent sur ses deux versants, qui sont en outre couverts d'un revêtement morainique. Avant d'arriver à Arcizac-les-Angles, la route longe une colline jurassique terminée par une arête tranchante et portant les cotes 497 et 502, qui indiquent son altitude au-dessus de la mer. De nombreux blocs erratiques placés sur cette arête se profilent sur le ciel ; ce sont des blocs de granite blanc avec mica noir, de quartzite et de schistes noirs ; quelques-uns descendent dans le fond de la vallée. Après avoir dépassé Arcizac-les-Angles, on remarque également des blocs dans les prairies séparées par des rideaux d'arbres qui s'élèvent sur la droite de la route. La roche en place est du calcaire schisteux crélacé ; les blocs sont des quartzites rouges, des calcaires, des quartz. Un des blocs de quartzite visible de la route a 2^m,50 de long. Ces blocs sont les derniers dans cette direction ; on n'en voit plus à l'est d'Escoubès ou d'Orincles. La vallée qui sépare ces deux villages a, comme celle de Lézignan, un fond parfaitement nivelé, c'est un *Boden* comme on dit en Suisse, et pour M. Hogard ces *Boden* sont un des caractères des vallées jadis occupées par des glaciers. Il n'y a point de blocs autour d'Escoubès, et en revenant vers l'ouest, les premiers se rencontrent à la sortie du hameau de Pouts, à la cote 544 mètres ; ils redeviennent plus communs dans la petite vallée au nord-ouest de Pouts, près de la ferme de la Pale, et se multiplient à mesure que l'on monte sur le plateau qui porte la cote 602. Ce sont des granites et des quartzites gris ayant quelquefois jusqu'à 2 mètres de long et gisant autour de la croix plantée sur le point qui porte la cote précitée. Ces blocs continuent jusqu'à Juloz, village placé sur une petite protubérance de granite en décomposition : on les retrouve dans l'est autour du signal de Miramont, qui porte la cote 647 et sépare le village d'Orincles de celui de Juloz. Quittant ce dernier village, nous marchâmes vers Adé, afin de raccorder la partie orientale de la moraine avec la partie occidentale. Nous revîmes les blocs sur le contrefort de la vallée d'Adé au-dessus du village de Saux. Les plus remarquables sont situés au-dessous des trois grandes croix du Calvaire d'Adé : l'un, visible de la route et couché dans les ajoncs, est de quartzite gris, il a 4^m,80 de long ; d'autres sont dans le bois de châtaigniers. Un revêtement morainique visible dans les déchirures du sol recouvre toutes ces pentes. Ici se termine notre topographie de la moraine terminale de l'ancien glacier de la vallée

d'Argelès ; car nous venons de relier sa portion orientale à l'axe formé par les sept moraines du val d'Adé, auxquelles (pag. 67) la portion occidentale se rattache par les erratiques de Loubajac et de Bartrès.

DISTRIBUTION DES MATÉRIAUX ERRATIQUES DANS LA MORAINÉ TERMINALE DE L'ANCIEN
GLACIER DE LA VALLÉE D'ARCELÈS.

Quoique nous ayons indiqué la nature des roches erratiques que nous avons observées sur les différents points de la moraine, nous croyons devoir résumer ce que nous avons vu, afin de montrer combien cette distribution est d'accord avec les faits que l'on constate sur les glaciers actuels. Nous avons déjà fait observer que l'existence de ces matériaux, sans discontinuité sur toute la surface limitée par une demi-circonférence depuis Peyrouse jusqu'à Arcizac-les-Angles, passant par Loubajac, Adé et Juloz, prouve que les moraines latérales et médianes, étalées comme elles le sont sur le glacier actuel de l'Aar¹, se rattachent aux moraines terminales si bien caractérisées du village d'Adé. D'une manière générale, la moraine s'est beaucoup plus étendue vers l'occident que vers l'orient ; cela devait être, puisque les affluents du glacier sont plus nombreux et plus puissants sur la rive gauche que sur la droite. Les matériaux des vallées de l'une et de l'autre rive se trouvent à l'orient comme à l'occident de l'axe formé par la vallée de Lourdes à Adé. Néanmoins on peut dire d'une manière générale que les granites blancs à cristaux de tourmaline, originaires de la vallée de Cauterets, dominent dans la partie occidentale, tandis que les ophites et les quartzites caractérisent plus spécialement la partie orientale, quoique chacune de ces roches soit éparpillée sur toute la surface de la moraine. Il doit en être ainsi, puisque l'axe granitique des Pyrénées les traverse de l'est à l'ouest, et constitue de puissants massifs, non-seulement dans la vallée principale, mais dans celles de *tous* les affluents du glacier. La composition minéralogique de ces granites est si uniforme, qu'il sera bien difficile de remonter à leur gisement originaire. Les ophites ne forment pas des massifs ; elles se montrent sous forme de boutons épars, par exemple au château de Geu, en aval d'Ar-

¹ Voyez Agassiz ; Nouvelles études sur les glaciers, pl. III.

gelés ; sur la rive droite de la vallée au village de Cheust, dans le vallon de Juncalas, affluent de la rive droite du glacier, et surtout au pied du Calvaire de la ville de Lourdes, également sur la rive droite de la vallée. D'après cette distribution, on comprend que les ophites dominent dans la partie orientale de la moraine terminale, principalement sur les collines qui dominent Lézignan. Les schistes et les quartzites sont si communs dans les Hautes-Pyrénées, et ils présentent dans une même localité de si grandes variétés de texture et de couleur, qu'on conçoit facilement qu'ils se rencontrent sur tous les points de la moraine terminale. Les schistes maclifères avec andalousite, communs à l'état erratique autour de Saint-Germès, dans la vallée qui se termine à Adé, proviennent, suivant M. Frossard, de la vallée de Pragnères. Les marbres blancs qu'on trouve çà et là dans la partie occidentale de la moraine, se retrouvent autour du glacier actuel de Vignemale. Mais les erratiques les plus remarquables sont les schistes devoniens, avec *Retepora reticularis*, originaires du port et de la Prade de Gavarnie ou du voisinage de Gèdre, et trouvés épars près d'Argelès, par M. Arthur Jones, et dans le déblai de la gare de Lourdes, par M. Émilien Frossard. Le même géologue a observé à Gèdre, dans les tranchées de la nouvelle route et à Lourdes, associés aux erratiques devoniens, les grès crétacés de l'entrée du cirque de Gavarnie, avec *Ostrea carinata*. Les fragments de ces roches sont anguleux et les grès tellement friables qu'on ne saurait un instant supposer un transport par les eaux torrentielles. Nous ne doutons pas qu'une étude plus approfondie des roches erratiques, comparées aux roches en place, ne conduise à des rapprochements intéressants, qui montreront que le grand glacier de la vallée d'Argelès se comportait exactement comme les grands glaciers actuels. Nous souhaitons que ce travail tente le zèle de quelque jeune géologue habitant les Pyrénées ou la plaine qui les avoisine. En choisissant des roches caractéristiques et après avoir reconnu leur gisement dans les hautes vallées du bassin glaciaire, il arrivera à délimiter l'espace qu'elles occupent dans la plaine et à dresser une carte pétrographique des roches erratiques disséminées sur toute la surface de l'ancienne moraine terminale du glacier d'Argelès.

CONCLUSIONS.

En résumé, nous constatons dans une des principales vallées des Pyrénées, la vallée d'Argelès, l'existence d'un ancien glacier d'une longueur de 53 kilom. Sortant de la région montagneuse, il venait étaler ses moraines terminales dans la plaine ondulée sous-pyrénéenne, et s'avancait jusqu'à 13 kilomètres de Tarbes, à une hauteur absolue de 400 mètres au-dessus de la mer. Son point de départ sur les hautes sommités qui séparent la France de l'Espagne étant à l'altitude moyenne de 3000 mètres environ, la pente moyenne de sa surface ne dépassait pas 0,059.

Ce glacier, y compris ses affluents et ses névés supérieurs, en un mot son bassin hydrographique, couvrait une surface d'environ 1 400 kilom. carrés, ou 140 000 hectares.

En étudiant les traces qu'il a laissées sur le sol, nous avons vu qu'il se comportait comme tous les glaciers actuels connus : il transportait des matériaux d'un fort volume et en même temps de menus débris, que nous trouvons sous forme de moraines, exactement à la place qui leur est assignée par les lois constatées du mouvement de translation des glaciers, et en affectant une disposition qui exclut tous les autres modes de transport naturels. En même temps ce glacier a usé, buriné les roches résistantes avec lesquelles il s'est trouvé en contact ; puis, en troisième lieu, les boues produites par ce frottement continu de la glace contre la roche, entraînées par les eaux de fonte et les torrents glaciaires, ont contribué à former la matière première de ce *loess* qui couvre au loin la plaine bien au-delà du périmètre occupé par l'ancien glacier.

Ainsi, transport des blocs, usure des roches, et formation du *loess*, sont trois phénomènes contemporains, synchroniques, provenant d'une seule et même cause.

Il est à remarquer que ce glacier n'est pas une exception dans les Pyrénées ; déjà en 1841, de Charpentier annonçait que ses études sur cette chaîne de montagnes l'avaient amené à conclure qu'elle avait fourni des matériaux erratiques tout aussi bien que les Alpes, mais dans des proportions

moins gigantesques¹ ; il signale des dépôts glaciaires dans les vallées de Lavedan, d'Aspe, d'Ossau, de Campan, d'Aure, de Luchon, d'Arran, de l'Aude, de la Têta et du Tech. Les glaciers, étant le résultat d'un phénomène météorologique dépendant de l'enveloppe gazeuse de la terre, n'ont pu être confinés dans une vallée unique ; toutes les vallées des Pyrénées centrales ont dû, à la même époque, être plus ou moins encombrées par les glaces.

Notre travail montre que la plupart des auteurs qui ont décrit le diluvium et les blocs erratiques sous-pyrénéens, ont été dans l'erreur lorsqu'ils en ont attribué l'origine, soit, à des courants violents, soit à des masses boueuses chargées de blocs gigantesques, courants provenant de la fonte subite des neiges occasionnée par des gaz qui se seraient fait jour lors de l'apparition des ophites². Il est au contraire démontré que le transport de tous ces matériaux s'est effectué avec une extrême lenteur ; il suffit de jeter un coup d'œil sur la coupe d'une moraine fraîchement mise à nu par une tranchée de chemin de fer, comme celle d'Adé (*Pl. I, fig. 6*), pour voir que cet ensemble de débris n'est point le résultat d'un cataclysme ; il n'y a rien eu de violent dans son mode de translation et de dépôt ; il en est de même des blocs semés à profusion sur les collines qui entourent le lac de Lourdes, la plupart ont leurs arêtes vives et leurs angles aigus. Un glacier, sans l'intervention de courants d'eau ou de boue, peut seul expliquer leur transport et leur position actuelle.

Il y a plus ; si l'on veut remonter à l'origine du phénomène des anciens glaciers, à la cause de leur grande extension, il n'est pas nécessaire de faire intervenir les mots de révolution ou de cataclysme. On peut très-bien concevoir qu'à la fin des dépôts tertiaires ou au commencement de l'époque quaternaire, époques qui, soit dit en passant, ne sont que les précurseurs de l'ère actuelle, la distribution des terres et des mers de notre hémisphère était bien différente de ce qu'elle est aujourd'hui.

Les observations les plus récentes ont démontré que le Sahara avec sa fournaise ardente³ n'existait pas ; l'Angleterre presque tout entière, pendant

¹ De Charpentier ; Essai sur les glaciers. Lausanne, 1841, pag. 210.

² H. de Collegno ; *Annal. des sc. natur.*, V. II, pag. 191 ; 1842. — *Bull. Soc. géol.*, V. XIV, pag. 402 ; 1843.

³ Ch. Martins ; Du Spitzberg au Sahara, pag. 552.

cette période, a été plusieurs fois, suivant M. Lyell, soumise à des oscillations qui l'ont submergée et émergée à plusieurs reprises. A cette époque, la Baltique était en communication avec la mer Blanche ; le nord de l'Allemagne et une grande partie de la Russie d'Europe étaient plongés sous les eaux froides de la mer du Nord. Cet envahissement prolongé des mers sur les terres, ce changement de proportion relative de la portion émergée et de la portion immergée de la surface terrestre, a dû apporter avec lui un changement correspondant dans le climat ; l'air était probablement plus humide, les hivers longs et relativement tempérés, les étés courts et frais, quoique la moyenne de l'année ne fût peut-être pas très-inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui.

L'Europe avait peut-être un climat maritime comme celui de la Nouvelle-Zélande à la latitude de 40 à 45° Sud ¹, où certains glaciers, tels que celui de Tasman, descendent maintenant jusqu'à 210 mètres au-dessus du niveau de la mer, au milieu de forêts de fougères en arbres, de *Dracæna*, de *Metrosideros*, de *Podocarpus*, de *Dammara*, etc., qui ne prospèrent chez nous que dans les serres humides et tempérées, où elles sont également garanties contre les froids de l'hiver et des chaleurs de l'été.

Dans de pareilles conditions géographiques et atmosphériques, il devait tomber beaucoup de neige en hiver : elle s'amassait sur les sommets et dans les cirques des montagnes ; les étés brumeux n'étaient pas suffisants pour la faire fondre en totalité ; l'alimentation l'emportait sur la fusion ; le reste, le *stock* des neiges de chaque année, s'ajoutant à lui-même, accumulé pendant des siècles, devait finir par donner lieu à une très-grande extension des glaciers.

Cet état de choses n'a rien qui éveille l'idée de révolutions géologiques violentes, c'est la suite naturelle et normale du mouvement séculaire de l'écorce terrestre, de la pellicule flexible que nous habitons.

Si les anciens grands glaciers ont disparu, ne laissant que quelques témoins dans les hautes régions et dans les hautes latitudes, n'est-il pas naturel d'en chercher la cause dans la suite lente, non interrompue, de ces mêmes oscillations de la surface terrestre, dans un sens inverse, par exemple

¹ Hochstetter ; *Neu Seeland*, pag. 340 et 349.

de celui qui a déterminé le dessèchement de la mer saharienne, de l'Égypte, de l'Arabie, la naissance du *gulf-stream*, le retrait de la mer froide du Nord, changements qui ont dû amener à leur suite un réchauffement de cette portion des continents suffisant pour faire reculer les glaciers.

Ce qui paraîtra peut-être paradoxal, c'est que nous soyons amenés à dire que l'Europe, à la suite de ces changements, est maintenant dans une période exceptionnelle de réchauffement. Si les grands glaciers ont disparu, c'est parce que les conditions physiques et météorologiques de l'Europe ont changé. L'existence de nouvelles terres, de nouveaux continents ont diminué dans une proportion sensible la surface d'évaporation des mers, et desséché l'atmosphère; mais rien ne nous assure que cet état de choses doit durer éternellement: les modifications incessantes de la surface terrestre la ramèneront peut-être, dans les siècles futurs, au point où elle en était au commencement de l'époque quaternaire.

APPENDICE

FAUNE CORRESPONDANTE A L'ÉPOQUE GLACIAIRE DANS LA PLAINE SOUS-PYRÉNÉENNE.

Nous ne croyons pas pouvoir terminer ce mémoire par un document plus intéressant que la liste des mammifères vivants, éteints ou émigrés de la plaine sous-pyrénéenne, que nous devons à l'obligeance de notre ami M. Édouard Lartet: elle comprend vingt espèces principales dont les restes ont été trouvés dans les alluvions quaternaires, les cavernes et autres gisements du sud-ouest de la France en général et des départements qui touchent aux Pyrénées en particulier. M. Alphonse Milne-Edwards y a joint celle des oiseaux enfouis dans les cavernes de la même région. Quelques-uns de ces animaux ont vécu dans les plaines pendant que les montagnes étaient couvertes de grands glaciers; ils y trouvaient des retraites assurées et une nourriture abondante, car l'humidité de l'air devait être favorable à une végétation luxuriante. Le régime des rivières était également bien différent de ce qu'il est aujourd'hui; la fonte annuelle des glaciers donnait aux torrents et aux cours d'eau une puissance dont les grandes inondations peuvent seules nous donner une idée:

l'Éléphant velu, l'Hippopotame, le Rhinocéros, le Renne, paissaient dans les prairies marécageuses, en même temps que le Narval et le Morse vivaient dans les eaux froides de la Manche.

FAUNE DU SUD-OUEST DE LA FRANCE PENDANT L'ÉPOQUE QUATERNAIRE.

1° ANIMAUX DISPARUS. — *Elephas antiquus*, Falc.; *E. primigenius*, Blum.; *Rhinoceros Merkkii*, Kaup.; *R. tichorhinus*, Cuv.; *Bos primigenius*, Boj.; *Cervus megaceros*, Hartm.; *Ursus spelæus*, Rosenm.; *Felis spelæa*, Goldf.; *Hyæna spelæa*, Goldf.; *H. striata*, Zimmerm. — *Grus primigenia*, Alph. M.-Edw.

2° ANIMAUX ÉMIGRÉS. — *Bison europæus*, Cuv.; *Ovibos moschatus*, de Blainv.; *Cervus Tarandus*, L.; *Capra hispanica*, Schimp.; *Antilope rupicapra* Erxl.; *A. Saiga*, Pall.; *Arctomys Marmotta*, L.; *Spermophilus*, voisin du *S. Parryi*, Richards; *Felis lynx*, L. — *Castor europæus*, Brandt; *Stryx lapponica*, Gm.; *Tetrao lagopus*, L.; *T. albus*, *T. urogallus*, L.; *Pyrhocorax alpinus*, Vieill.

3° ANIMAUX EXISTANT ENCORE DANS LA CONTRÉE. — *Gypaetes barbatus*, Temm.; *Milvus regalis*, Vieill.; *Falco tinnunculus*, Vieill.; *Buteo cinereus*, Gm.; *Hirundo rupestris*, Temm.; *Corvus corax*, Vieill.; *C. pica*, Temm.

L'ensemble de cette Faune est celle d'un pays froid, et la zoologie confirme ainsi complètement les données de la géologie. Parmi ces animaux, quelques-uns sont complètement éteints et disparus : tels sont les Éléphants, les Rhinocéros, l'Aurochs fossile, le Cerf d'Irlande, l'Ours, la Hyène et la Panthère des cavernes, la Hyène striée, et un oiseau, la Grue fossile. D'autres espèces ont émigré, la plupart vers le Nord ; tels sont : le Bison, le Bœuf musqué, le Renne, l'Antilope Saïga, le Spermophile et la Chouette de Laponie. Le Castor ne se trouve plus que dans le delta du Rhône. Quelques animaux se sont réfugiés dans les montagnes, soit que le climat de la plaine soit devenu trop chaud pour eux, soit que la présence de l'homme les ait chassés ; tels sont : le Chamois, le Bouquetin d'Espagne, la Marmotte, le Lynx, les Tétrins et le Chouca. Pour compléter cette liste, il faudrait, suivant M. Lartet, y ajouter toutes les espèces sauvages vivant encore dans la contrée, excepté peut-être la Genette (*Viverra Genetta* L.), qu'il croit d'introduction récente ;

mais, suivant lui, tous les autres animaux sauvages ont vécu pendant l'époque glaciaire et traversé celles qui lui ont succédé.

Nous ferons remarquer, en terminant, qu'à cette liste de Mammifères éteints il faut ajouter l'homme; ses ossements fossiles ou les restes de son industrie ont été trouvés dans les mêmes gisements ou dans des gisements identiques de la même époque, avec des restes d'Éléphants, de Rhinocéros, de Renne, du grand Ours des cavernes, etc.; c'est la première période de l'âge de la pierre ¹. Il y a plus; d'après les découvertes les plus récentes, l'homme remonterait beaucoup plus haut dans la série des temps: M. l'abbé Bourgeois aurait trouvé des traces de son existence à la fin de l'époque tertiaire miocène, et M. Desnoyers pendant l'époque pliocène, longtemps avant le grand développement des glaciers.

Cette liste répond en même temps aux objections de quelques personnes qui supposent que les anciens glaciers, par suite du grand froid, ont tué la faune qui vivait dans la contrée avant leur extension; mais nous avons vu que les glaciers pouvaient très-bien prospérer sans qu'il soit nécessaire d'appeler un grand froid à leur aide. Les animaux n'ont point disparu en totalité, quelques-uns se sont éteints, d'autres ont émigré; mais ils ont été remplacés, la vie n'a pas été suspendue. Les faits paléontologiques, comme les faits physiques, se sont succédé avec une extrême lenteur, sans changements brusques, sans révolution violente. M. Lartet a démontré qu'entre la faune de l'époque pliocène et la faune quaternaire qui l'a suivie, il n'y a pas de différence tranchée; puis, entre la faune quaternaire et les animaux actuels, il est impossible d'apercevoir une limite saisissable: la série est continue et non interrompue. L'homme de l'âge de la pierre a donc pu, comme les animaux qui figurent sur notre liste, assister à la naissance, au développement et à la retraite des anciens glaciers.

¹ On trouvera des détails à ce sujet dans le Compte-rendu des travaux du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques, tenu à Paris en août 1867. — Voir les mémoires, notes et communications de MM. E. Lartet, C. Vogt, de Mortillet, abbé Bourgeois et autres.

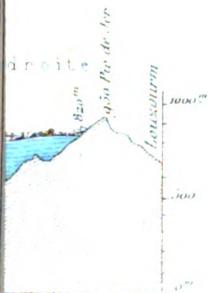
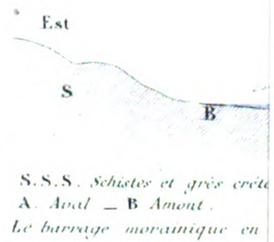
Nord

glacier était
cirque de 1000^m en moyenne

850
800
750
600
412

Plaine de Turbes diluvium et loess

400 Marnival



CARTE 1
l'extrémité inférieure
de l'ancien glacier
par
CH. MARTINS et ED.

Fig. 7



SUR

LE GENRE SQUALODON,

Par M. Paul GERVAIS.

Un des genres les plus curieux de Cétacés que l'on ait encore signalés dans les terrains tertiaires de l'Europe, est sans contredit celui auquel M. Grateloup a donné le nom de *Squalodon*. Ce savant paléontologiste en avait reçu un fragment de mâchoire supérieure, pourvu de quelques dents, recueilli dans le grès marin de Léognan; mais, trompé par la forme singulière de ces dents, qui ont leur couronne crénelée, il avait cru y reconnaître un reptile voisin des Iguanodons, et c'est en l'attribuant au groupe de ces animaux qu'il en a parlé dans une note spéciale publiée en 1840¹.

Cependant l'erreur commise par M. Grateloup ne tarda pas à être rectifiée. En passant à Bordeaux peu de temps après la publication du travail dans lequel le *Squalodon* venait d'être décrit, M. Van Beneden eut l'occasion de voir la pièce même sur laquelle reposait ce nouveau genre, et il en reconnut immédiatement la ressemblance avec la partie correspondante de la tête d'un Dauphin. C'est ce dont il fit part à M. de Blainville, qui corrigeait alors les épreuves du fascicule de son *Ostéographie* consacré aux Phoques. M. de Blainville cita l'opinion de M. Van Beneden²; en même temps il mentionna

¹ Description d'un fragment de mâchoire fossile, d'un genre nouveau de reptiles (Sauriens), de taille gigantesque, voisin de l'Iguanodon, trouvé dans le grès marin, à Léognan, près Bordeaux (Gironde). (*Act. de l'Acad. des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux.*)

² Pag. 46.

la remarque que je lui avais faite relativement aux rapports que semble avoir le Squalodon avec le fossile déjà figuré par Scilla en 1747¹, dont M. Agassiz venait de former un genre à part sous le nom de *Phocodon*².

La synonymie du Squalodon et du Phocodon est des plus compliquées ; elle conservera dans la science le souvenir des difficultés que rencontre l'anatomiste lorsqu'il veut, à l'aide de quelques fragments osseux ou de quelques dents, reconstruire les animaux qui diffèrent de ceux d'aujourd'hui par des particularités inattendues et chercher à en établir les affinités.

M. de Blainville avait déjà parlé, dans un de ses précédents ouvrages, de la pièce figurée par Scilla, mais sans avoir pu l'observer, comme venait de le faire M. Agassiz. On lit dans son livre sur les *Poissons fossiles* : « Je place avec doute parmi les dents de Squales les trois que Scilla a figurées, contenues dans une sorte de mâchoire (Tab. 12, fig. 1). Par leur forme triangulaire, aplatie ; par leurs deux espèces de racines fort longues, en fer à cheval, et leurs deux bords égaux, étroits et divisés en cinq ou six grosses dentelures mousses, il est évident qu'elles ont quelques rapports avec les dents des Squales ; mais leur implantation dans la mâchoire, si elle a lieu, devra les en éloigner³. » Dans son *Ostéographie des Phoques*, M. de Blainville tint compte de l'observation de M. Agassiz, et nomma l'espèce dont la même pièce indiquait l'ancienne existence, *Phoca dubia melitensis*.

M. Owen s'en fit une autre idée, et dans son *Odontographie* il l'a regardée comme provenant d'un Hippopotame, en l'attribuant à l'*Hippopotamus minor*⁴. Elle est aujourd'hui déposée dans la collection Woodward qui appartient au collège de la Trinité de Cambridge.

C'est ainsi que le Squalodon et le Phocodon ont successivement été reportés de la classe des Poissons, à laquelle Scilla attribuait le fragment qu'il en a connu, dans la classe des Reptiles et plus tard dans celle des Mammifères, et l'on a longtemps hésité avant de décider si dans cette dernière ils devaient prendre rang à côté des Phoques ou au contraire parmi les Dauphins. La ressemblance de ces dents avec celles des Zeuglodontes ou Basilosaures, grands Thalassothériens,

¹ *De Corporibus marinis lapidescentibus.*

² *Poissons fossiles*; 1841.

³ *Sur les Ichthyolithes, ou poissons fossiles*, pag. 81; 1818.

⁴ *L'Hippopotamus minutus* de Cuvier, fossile à Tartras (Landes).

fossile dans les terrains éocènes de l'Alabama, a aussi conduit quelques anatomistes à les rapprocher de ces derniers animaux. C'est ce qu'ont fait MM. Owen et J. Muller, en se fondant sur l'examen de la pièce même qui avait servi à la description donnée par M. Grateloup ; M. Van Beneden lui-même s'est rallié à cette opinion, et, dans le savant mémoire qu'il a publié en 1863 sur les Squalodons, il s'exprime ainsi : « Au lieu de séparer ces carnassiers (les Squalodons et les Zeuglodons), en plaçant les uns parmi les Phoques et les autres parmi les Souffleurs, nous les réunissons dans un seul groupe parallèle aux Siréniens et aux Cétodontes ¹. » Il ajoute : « Nous admettons donc les Zeuglodontes comme groupe à part caractérisé par un corps semblable à celui des Souffleurs, mais dont les dents molaires, du moins les dernières, sont à double racine et à couronne crénelée. » Cette manière de voir est à peu de chose près celle qu'ont soutenue MM. Owen et J. Muller; nous la trouvons aussi adoptée par M. Pictet dans son *Traité de Paléontologie*². Ce savant naturaliste réunit en effet les Squalodons et les Zeuglodons dans un groupe à part, qu'il élève au rang d'ordre et qu'il nomme Zeuglodontes, comme l'ont d'ailleurs fait divers autres savants. Voici comment il définit ces Zeuglodontes : « Leurs caractères généraux sont : un museau allongé et mince ; des os nasaux grêles ; des dents de deux sortes, les antérieures coniques et pointues, les postérieures à deux racines et à couronne comprimée, composées de pyramides disposées sur un seul plan ; des vertèbres à corps allongé, à apophyses épineuses soudées au corps, mais petites ; des membres antérieurs petits et en nageoires ; des membres postérieurs probablement nuls ³. »

Dans plusieurs circonstances, j'ai combattu cette manière de voir et cherché à montrer que si les Zeuglodons ne doivent pas être associés aux Cétodontes, il n'en est pas de même des Squalodons, ceux-ci ne me paraissant pas pouvoir être séparés des Delphinidés⁴, et j'ai pu tirer de nouveaux arguments en faveur de cette opinion, de l'examen du crâne presque entier

¹ Les Cétodontes sont les cétacés sans fanons et à dents persistantes, tels que les Cachalots, les Hyperoodons, les Ziphius et les Dauphins.

² *Mém. Acad. roy. Belgique*, tom. XXXIV, pag. 63.

³ Tom. I, pag. 375; 1853.

⁴ *Patria; la France ancienne et moderne*, pag. 518; 1843. — *Zool. et pal. franç.*, 1^{re} édit., tom. I, pag. 151. — *Ibid.*, 2^e édit., pag. 309. — *Mém. Ac. sc. Montp.*, tom. V, pag. 435; 1863.

de Squalodon que possède le musée de Lyon. M. Jourdan est aussi arrivé aux mêmes conclusions par l'étude de cette magnifique pièce, dont il a fait faire des figures de grandeur naturelle, que je reproduis en partie sur la Pl. II de ce Mémoire, mais en les réduisant au quart.

L'ensemble du crâne du Squalodon indique un véritable Delphinidé. Il offre, en effet, dans presque toutes ses parties, la conformation propre à ces animaux, et se rapproche surtout de ceux à rostre allongé, que l'on réunissait autrefois sous le nom commun de Delphinorhynques. Il a la forme d'une pyramide irrégulière, allongée, telle qu'on la voit particulièrement dans les Dauphins, les Delphinorhynques proprement dits, et la plupart des Ziphioïdes. La région occipitale sert de base à cette pyramide ; le rostre en constitue le sommet. Les événements sont disposés comme dans tous les animaux de la même famille ; les os maxillaires et intermaxillaires affectent aussi la même disposition ; l'arcade zygomatique est également fort grêle, et la disposition des régions orbitaire et temporale n'offre de son côté rien qui soit différent de ce que l'on voit chez eux ; enfin la mâchoire possède une forme qui rentre bien dans celles qui caractérisent les Delphinidés, et, par son ensemble, elle démontre qu'il s'agit ici d'un animal du même groupe. On pourrait ajouter à ces remarques que, dans plusieurs occasions, des fragments de mâchoires reconnus plus récemment pour provenir du Squalodon, ont été décrits comme étant de Dauphins voisins des Delphinorhynques, lorsqu'ils ont été trouvés privés des dents qu'ils portaient du vivant de l'animal. Étudiés dans leur partie crânienne, les Squalodons ne diffèrent, en effet, des Delphinidés actuels ou fossiles que l'on a décrits, que par des particularités de valeur purement générique.

En est-il de même des Zeuglodontes ? Les auteurs qui ont étudié ces animaux sont unanimes pour reconnaître qu'il n'en est pas ainsi ; mais ils n'ont pas encore arrêté d'une manière définitive le rang auquel ils doivent être placés dans la série des Thalassothériens. Au lieu de ressembler à celles des Dauphins, les narines des Zeuglodons ont été comparées, à cause de leur forme allongée et de leur position subterminale, à celles des Phoques et des Siréniens, et c'est à l'un ou à l'autre de ces deux ordres que les naturalistes qui ont étudié les Zeuglodontes, ont parfois réuni ces animaux ; ils les ont placés tantôt dans l'un, tantôt dans l'autre groupe. Cependant, les narines

des Zeuglodons ne sont pas non plus sans analogie avec celles des Cétacés à fanons, du moins si j'en juge par la figure qu'on a publiée de la tête appartenant à ce genre, qui est conservée au musée de Harlem, et par le modèle en plâtre de cette tête.

Quoique j'aie vu autrefois à Londres de nombreuses pièces provenant du Zeuglodon, dont M. Koch avait fait dans cette ville une exhibition publique, je n'ai pas pu en faire alors une étude suffisamment complète pour établir au juste quel rang le gigantesque animal dont elles provenaient doit occuper dans la classification naturelle des mammifères ; et tout en persistant dans mon opinion, que le Zeuglodon et le Squalodon ne sont pas des animaux appartenant à un même groupe naturel, je ne suis pas en mesure de discuter ici, dans leurs détails, les affinités ou les différences que le premier de ces deux genres présente avec les Cétacés à fanons¹ ; mon but est seulement de montrer

¹ En 1840, avant de voir à Londres les ossements du Zeuglodon que M. Koch y montrait au public sous le nom de *Leviathan*, j'avais rédigé pour le second volume du *Supplément au Dictionnaire des sciences naturelles* un article consacré à ce groupe d'animaux. Je reproduis ici cet article, qui a été imprimé, mais n'a pas paru :

« Les premiers débris observés de cet animal fossile sont venus à la connaissance de M. Harlan ; c'étaient une vertèbre et quelques autres ossements trouvés en Amérique dans des bancs de marne, près la rivière Washita, territoire d'Arkansas. Avec la vertèbre était une portion de roche contenant encore une corbule d'espèce fort commune dans les dépôts tertiaires de l'Alabama. La description de cette vertèbre fut publiée en 1834.

« D'autres ossements (plusieurs vertèbres, des fragments de mâchoire, etc.) furent trouvés bientôt après dans un calcaire compacte de l'Alabama, et M. Harlan en donna, en 1835, une longue description traitant successivement : de la mâchoire, d'après un morceau qui porte encore quatre dents très-grosses et à double racine ; de la mâchoire inférieure, d'après une pièce également pourvue de plusieurs dents à deux racines ; des vertèbres, dont le volume indique un animal de très-grande taille ; des côtes ; d'un humérus et d'un tibia (?).

« M. Harlan était d'abord disposé, d'après la structure des dents, à regarder le fossile en question comme un grand Carnassier marin ; mais l'examen des os l'a déterminé à conclure qu'ils provenaient d'un Saurien gigantesque, de genre inconnu, et il leur donna le nom de *Basilosaurus*.

« La singularité d'un animal ovipare, dont les dents auraient été pourvues de deux racines chacune, était encore sans exemple ; elle n'arrêta pas M. Harlan, mais elle suffit à M. R. Owen, pour révoquer en doute la détermination faite par l'auteur américain. L'arrivée de M. Harlan en Angleterre, avec ses ossements fossiles, permit à M. Owen d'observer au microscope la structure des dents du Basilosaure, et, en se guidant par les caractères qu'il a reconnus à ces organes dans les divers groupes d'animaux vertébrés, il ne douta pas que le prétendu

qu'ils n'ont pas avec les Squalodons autant de rapports que l'ont supposé les auteurs que j'ai précédemment cités, et que, leurs affinités fussent-elles aussi grandes qu'on l'a dit, ce qu'il me paraît difficile d'admettre, il ne

Saurien de l'Alabama ne soit un Mammifère; aussi change-t-il le nom adopté par M. Harlan en celui de Zeuglodon.

» Parmi les débris de Basilosaure apportés par M. Harlan en Angleterre, il y a deux fragments qui ont appartenu à la mâchoire supérieure; le premier contient trois dents à couronnes plus ou moins parfaites, comprimées et mousses au sommet. Le diamètre longitudinal de la dent moyenne, qui est la plus entière, a trois pouces anglais; le diamètre transverse un pouce deux lignes, et la hauteur au-dessus du bord alvéolaire un pouce et demi. La couronne est étranglée à son milieu, ce qui donne à sa coupe horizontale la forme d'un sablier, et les gouttières longitudinales qui en résultent de chaque côté, devenant de plus en plus creusées à mesure qu'on s'approche de l'alvéole, se rencontrent bientôt et divisent la dent en deux pinces ou racines distinctes. Les deux dents antérieures de la mâchoire sont plus petites, et la plus antérieure paraît d'une structure plus simple. Une dent usée, provenant d'une autre partie de mâchoire, ayant été coupée en tranches minces, a présenté la même forme de sablier; le bord antérieur est placé obliquement, mais le postérieur est parallèle à l'axe de la mâchoire. Il est évident que la pulpe dentaire était simple à l'origine, mais qu'elle s'est de bonne heure partagée en deux, et que la croissance de la dent a procédé comme de deux centres distincts, aujourd'hui entourés séparément par des stries concentriques d'accroissement, les extérieurs envoyant un prolongement angulaire et aigu jusque dans l'étranglement. La cavité de la pulpe, qui est très-petite dans la couronne de la dent, se contracte à mesure que cette couronne descend, et elle est presque oblitérée près de l'extrémité, ce qui prouve que les dents se sont développées sur une pulpe temporaire.

» Les alvéoles du fragment antérieur de mâchoire supérieure, mis sous les yeux de M. Owen, étaient remplies d'une matière calcaire dure; mais une section transversale du bord alvéolaire démontre que ces alvéoles sont simples, et que les dents qui s'y trouvaient logées n'avaient qu'une racine; une d'entre elles présentait seule une indication de cette particularité.

» La mâchoire inférieure avait aussi ces deux sortes de dents.

» D'après les caractères que voici, et la comparaison qu'il a faite des dents du Basilosaure avec celles des Poissons à dents logées dans des alvéoles distinctes, tels que les Sphyrènes; avec celles des Cétacés herbivores ou zoophages, parmi les Mammifères; avec celles des Crocodiliens et autres reptiles à dents implantées, M. Owen a été porté à penser que le prétendu Saurien des terrains tertiaires de l'Amérique du Nord était un Mammifère de l'ordre des Cétacés, intermédiaire aux espèces herbivores et piscivores de cet ordre, tel qu'il est établi dans le système de G. Cuvier. Voici les autres preuves qu'il allègue à l'appui de sa manière de voir :

» La couronne des dents du Basilosaure présente évidemment, en une foule de points, la trace d'une enveloppe corticale distincte du corps ou de l'ivoire de la dent, et l'examen microscopique d'une couche mince de cette substance démontre qu'elle possède les mêmes

s'ensuivrait pas que les Squalodons doivent être éloignés des Delphinidés. Je n'ajouterai, à cet égard, que quelques remarques relatives à la valeur des caractères tirés de la dentition de ces animaux.

Les dents du Squalodon sont évidemment très-différentes de celles des Delphinidés, et l'on était loin de s'attendre à rencontrer dans un animal de ce groupe une pareille combinaison de caractères. On doit en même temps

caractères que chez le Dugong. Les cellules de Purkinje sont dans quelques points dispersées irrégulièrement, mais dans quelques autres disposées en série. Les tubes qui rayonnent de ces cellules sont plus grands qu'à l'ordinaire à leur origine, mais ils se divisent et se subdivisent en formant un riche réseau dans les intervalles, et communiquent avec les intervalles des gros tubes parallèles. Ceux-ci sont placés, dans les Dugons, perpendiculairement à la surface de la dent, mais moins régulièrement rangés que les tubes calcigères de l'ivoire, avec lesquels ils offrent toutefois de nombreuses communications. Il y a une plus grande quantité de ciment dans l'étranglement de la dent que partout ailleurs. La substance entière de l'ivoire consiste en tubes calcigères très-fins, rayonnant des centres des deux lobes, sans aucun mélange des tubes médullaires plus gros qui caractérisent les dents de l'Iguanodon, ni la plus légère trace des canaux réticulés qui distinguent les dents des Sphyrènes et animaux voisins. Les tubes calcigères sont régulièrement ondulés, et, comme ceux du Dugong, ils présentent plus nettement les bifurcations primaires dichotomes et les branches latérales qui s'en détachent à angle droit; ils communiquent aussi avec de nombreuses petites cellules disposées en lignes concentriques.

» Les vertèbres du Basilosaure ne sont pas moins concluantes pour en faire un Mammifère. Leurs lames apophysaires étaient originairement séparées du corps; celui-ci avait trois points d'ossification, et le trou rachidien présente une grande capacité, comme dans les Cétacés, où le cordon spinal est enveloppé par une couche très-épaisse et plexiforme d'artères et de veines. Les apophyses épineuses supérieures ne sont pas plus grandes que dans ces animaux.

» Quant à la nature creuse de la mâchoire inférieure, considérée comme caractéristique d'un Reptile, M. Owen a fait voir qu'on l'observe aussi dans le Cachalot. La compression de l'humérus rapproche encore le Basilosaure des vrais Cétacés, mais cet os était très-faible, et on doit admettre avec Harlan que la queue jouait le principal rôle dans la locomotion. M. Owen ne parle pas de l'os signalé par M. Harlan comme étant un péroné, bien que la détermination exacte de cet os fût très-importante; les côtes sont toutes particulières et aussi différentes de celles des Mammifères que de celles des Sauriens.

» M. Harlan a offert au Muséum de Paris un morceau de crâne du Basilosaure; la structure des os et la capacité de la région cérébrale à laquelle il appartient, sont de nouveaux arguments à l'appui de l'opinion de M. Owen, opinion d'ailleurs acceptée par le savant naturaliste américain.

» *Basilosaurus*, R. Harlan, *Trans. amer. philos. soc.*; 1834; — Id.; *Physic. and medic. researches*, pag. 349, pl. 26 et 27; 1835. — *Zeuglodon cetoides*, R. Owen, *Geol. soc. London*; 1838-39. — Id., *Trans. geol. soc. London*, série 2; 1841. »

reconnaître qu'elles présentent avec celles des Zeuglodontes, sinon une ressemblance complète, du moins une analogie qui mérite d'être signalée.

Cependant les dents des Zeuglodons sont plus espacées et en même temps moins nombreuses que celles du Squalodon ; elles sont aussi moins nombreuses.

Les trois premières paires de la mâchoire supérieure sont implantées dans les os intermaxillaires ; elles ont leur couronne conique à sommet appointi et un peu dirigé en arrière ; elles ne possèdent qu'une seule racine. La paire suivante est à peu près de même forme, du moins en ce qui concerne sa couronne, mais elle a deux racines ; les autres dents ont aussi deux racines, et leur couronne, qui est comprimée, est plus ou moins festonnée, les festons y étant au nombre de quatre à neuf. La dernière de ces dents est plus petite que celles qui la précèdent.

La mâchoire inférieure présente en avant trois paires de dents analogues à celles que portent les os intermaxillaires et de forme à peu près identique. Ces dents et leurs correspondantes de la mâchoire supérieure servaient aux Zeuglodons pour saisir à la nage les animaux dont ils faisaient leur nourriture. Les quatrième et cinquième dents inférieures sont assez peu différentes des trois premières ; la quatrième pourrait, comme sa correspondante d'en haut, être comparée, soit à une canine, soit à une prémolaire : cependant on l'a regardée comme une incisive, ce qui a fait attribuer aux Zeuglodons quatre paires d'incisives inférieures. Les cinq dernières dents sont plutôt des molaires : elles ont deux racines, et la couronne des quatre dernières est festonnée à la manière de celle des dents molaires supérieures. Le nombre total des dents se trouve ainsi porté à neuf paires pour chaque mâchoire.

Au lieu d'être homodontes, comme la plupart des Cétacés actuels, les Squalodons étaient donc jusqu'à un certain point hétérodontes, comme les Phoques et les Sirénides, mais avec une autre disposition du système dentaire. Leurs dents antérieures étaient grandes, en cônes allongés, arqués, propres à saisir la proie et uniradiculées ; les postérieures, au contraire, plus courtes, épaisses et festonnées, avaient leur couronne denticulée et elles étaient pourvues de deux racines disjointes ou de trois racines connées¹. A la

¹ Cette seconde disposition s'observe dans la dent trouvée à Saint-Jean-de-Védas (Hérault), que j'ai fait représenter dans ma *Zool. et pal. franç.*, pl. 8, fig. 11.

mâchoire inférieure, les deux racines de chaque dent étaient d'inégal volume, ce qui fait paraître la plupart des alvéoles de ces dents alternativement plus fortes et plus petites, suivant la dimension des racines qui les ont creusées, et fournit un bon caractère pour reconnaître, même après la perte de ces dents, les fragments de mâchoires inférieures qui proviennent de ce genre de Cétacés.

D'après M. Van Beneden, il y aurait eu quinze paires de dents à chacune des mâchoires chez les Squalodons, et elles peuvent, suivant le même auteur, être classées d'après la formule :

$$\frac{3}{3} i \frac{1}{1} c \frac{11}{11} m, \text{ dont } \frac{4}{4} av. m \text{ et } \frac{7}{7} m.$$

Les Squalodons avaient donc en tout soixante dents, tandis que les Zeuglodons n'en possédaient que trente-six.

On voit qu'indépendamment des caractères, tirés de la forme du crâne, qui séparent le Squalodon du Zeuglodon, il existe aussi des différences considérables entre ces deux genres d'animaux, si on les envisage sous le rapport du système dentaire. Cependant c'est sur la considération des dents que l'on a surtout proposé de les rapprocher l'un de l'autre, et l'examen de ces organes a autrefois conduit MM. Oweh, Muller et Pictet à supposer qu'on devrait classer les Squalodons et les Zeuglodons dans un seul et même genre.

La dentition a été considérée par ces auteurs et par quelques autres encore, comme fournissant des caractères supérieurs à ceux que l'on peut tirer de la forme des narines, et M. Van Beneden a été ainsi conduit à ne pas éloigner le Squalodon du Zeuglodon, quoique chez ce dernier les ouvertures nasales soient plus semblables à celles des Phoques et surtout des Cétodontes, tandis que chez le Squalodon elles ont une conformation qui n'a d'analogue que dans les Delphinidés.

D'autre part, c'est aussi sur l'existence de dents chez les Zeuglodons que l'on pourrait se baser pour éloigner ces animaux des Cétacés à fanons. Mais sans préjuger pour cela des affinités que ces deux groupes peuvent avoir l'un avec l'autre, il est bon de rappeler que les Baleines sont aussi des animaux pourvus de dents. Elles n'ont, il est vrai, d'organes de cette sorte que pendant la vie foetale. Mais, dans certains cas, l'avortement des dents peut-il

être une condition spéciale à certaines espèces, et ne pourrait-on pas supposer qu'il a existé autrefois des animaux du même groupe, quelques Baleines, dont les dents auraient été permanentes? On comprend, en effet, qu'au lieu de rester transitoires, ces organes aient pu acquérir leur complet développement, chez des espèces du même groupe naturel que les Baleines, mais propres aux premiers âges de la période tertiaire, et qu'ils aient persisté pendant toute la vie de ces anciennes espèces.

Ce serait un nouvel exemple de l'existence à tous les âges, chez certaines espèces propres aux époques géologiques antérieures, d'organes qui restent propres à la vie embryonnaire et disparaissent par suite d'une sorte de métamorphose, chez des espèces particulières à la période actuelle. M. Agassiz a comparé les faits de cet ordre à une persistance des caractères embryonnaires; on pourrait y voir aussi, pour employer une expression familière à E. Geoffroy Saint-Hilaire et à M. Serres, une sorte d'arrêt de développement. J'ai signalé en diverses occasions plusieurs cas remarquables rentrant dans cette loi, qui nous donne la clé d'un grand nombre de particularités présentées par les animaux ou les végétaux des anciens âges géologiques comparés à ceux des âges plus récents ou de l'époque moderne.

J'ajouterai, pour différencier encore davantage les Zeuglodons des Squalodons, que chez ceux-là le crâne est de forme complètement différente, allongé dans sa partie cérébrale, étranglé à la hauteur des pariétaux, élargi au contraire dans la région des frontaux où ces os forment de chaque côté une large expansion recouvrant les orbites, comme cela se voit chez les Baleines.

Si le crâne des Squalodons ressemble à celui des Delphinidés, on ne saurait nier qu'il n'existe une certaine analogie de conformation entre celui des Zeuglodons et celui des Balénidés, et je doute que l'on puisse lui retrouver une ressemblance égale avec la tête osseuse d'aucun autre groupe de mammifères. Les Phoques qu'on a cités et les Sirénides sont certainement plus différents des Zeuglodons sous ce rapport que ne le sont les Baleines, et l'on serait tenté de se demander si nos grands Cétacés à fanons ne sont pas une forme supérieure du groupe dont les Zeuglodons représenteraient un des termes plus anciens et en même temps moins parfaits. Mais ce sont là des questions fort difficiles à résoudre, et sur lesquelles une nouvelle étude de ces animaux, faite comparativement, pourra seule éclairer les savants.

On voit, par les remarques qui précèdent, quel intérêt se rattache à la découverte des Squalodons et à l'appréciation exacte des différences qui les séparent des Zeuglodons; peut-être doivent-ils être rapportés les uns et les autres à l'ordre des Cétacés; mais les Squalodons sont évidemment alliés aux Cétodontes, plus particulièrement aux Delphinidés, tandis que les grands Thalassothériens de l'Alabama rentrent dans un autre groupe naturel, et semblent présenter avec les Baleines ou Cétacés à fanons des affinités qu'on a déjà signalées, mais au sujet desquelles il reste encore bien des doutes à éclaircir.

Une forme de dents molaires analogue à celle qui caractérise ces deux catégories d'animaux se retrouve chez les Phoques du genre Lobodon, sans que l'on puisse en induire pour cela que les premiers leur ressemblaient par le reste de leur organisation. De semblables particularités rentrent dans la catégorie de celles que l'on a nommées harmoniques, et qui relèvent des conditions biologiques de chaque être. Elles tiennent au genre de vie de l'animal, et non à son degré d'élévation dans la série zoologique. Le Lobodon est un Phoque carcinophage, et il est probable que les Crustacés entraient aussi pour une proportion importante dans la nourriture des Squalodons et des Zeuglodons. Il est également à supposer que ces derniers animaux vivaient en partie de poissons à peau résistante, et l'on sait qu'il y a dans les dépôts qui renferment leurs ossements des restes d'un grand nombre de plagiostomes.

Les Zeuglodontes ont vécu pendant l'époque éocène. Ce n'est encore qu'aux États-Unis que leurs ossements ont été rencontrés avec certitude; les Squalodons sont au contraire des fossiles particuliers à l'Europe, jusqu'à ce jour du moins¹, et les terrains tertiaires moyens en ont seuls fourni. Certains grès miocènes de la molasse et d'autres dépôts d'âge également miocène en renferment d'assez nombreux spécimens; il y en a aussi dans le crag, particulièrement en Belgique, gisement qui est regardé comme pliocène par les géologues, mais que je crois d'un âge peu différent de celui de nos molasses du Bordelais, du Languedoc ou de l'Orléanais, et qui paraît certainement plus

¹ M. Cope a tout dernièrement écrit à M. Van Beneden que l'on venait de découvrir des Squalodons aux États-Unis.

ancien que les sables marins de Montpellier, lesquels n'ont encore fourni aucun fragment susceptible d'être attribué au même genre et sont d'époque pliocène.

Les localités françaises où l'on a recueilli avec certitude des ossements appartenant au genre *Squalodon* sont assez nombreuses; ce sont : Léognan, aux environs de Bordeaux ¹ (Gironde); Bari, près-Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme); Castries et Saint-Jean-de-Védas (Hérault), etc.

Il faut ajouter la molasse de l'île de Malte², la molasse de Lintz (Haute-Autriche), le crag d'Anvers, les gisements de la province de Guèdre et d'Elsoo, en Hollande, enfin le crag d'Angleterre d'après une indication fournie à M. Van Beneden par M. Ray Lancaster.

En parlant plus haut de la synonymie de ce genre de Cétacés, nous n'avons pas complété, il s'en faut de beaucoup, la liste des dénominations sous lesquelles on a décrit les principales pièces qui en ont été recueillies. Le fragment signalé par M. Grateloup sous le nom de *Squalodon*, sert aussi de type aux genres *Delphinoïdes* de M. Pedroni³, et *Crenidelphinus* de M. Laurillard⁴, et l'examen de la partie terminale du rostre de l'exemplaire de Bari qu'a décrit M. Jourdan, m'a permis de rectifier plusieurs autres doubles emplois auxquels l'étude de pièces découvertes, les unes dans la Gironde, les autres dans la Drôme ou le Gard, avaient également donné lieu.

Quelques nouvelles remarques synonymiques ont été faites plus récemment par M. Valenciennes⁵ et par M. Van Beneden; je les rappellerai en parlant du genre *Squalodon*, dans la description ostéographique⁶ des Cétacés que je prépare en collaboration avec le second de ces naturalistes.

Les caractères de la dentition du *Squalodon* sont si différents de ceux des autres Cétacés et si contraires à ce que l'on pouvait supposer d'après les notions fournies par les genres connus dans le même ordre, qu'il était réellement impossible, avant que l'on possédât la dentition entière de cet animal, de ne pas

¹ Peut-être aussi Saint-Médard, à peu de distance de la même ville, et Sallèles, localité également située dans le département de la Gironde.

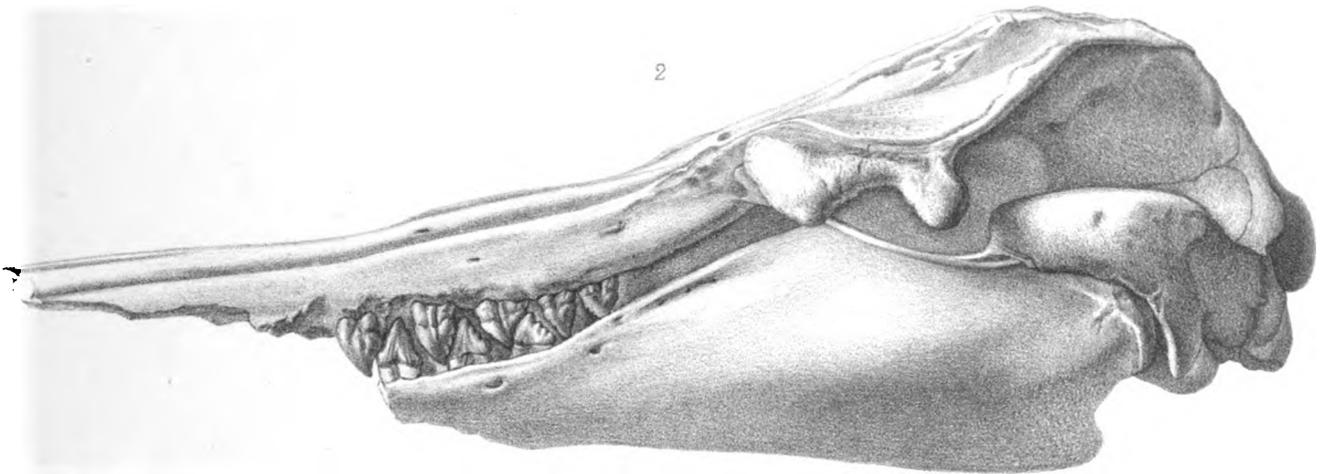
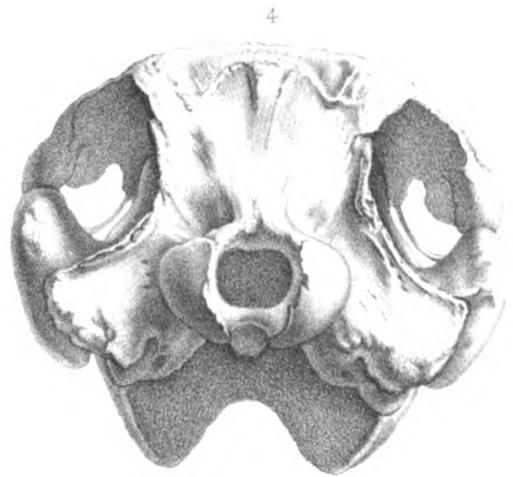
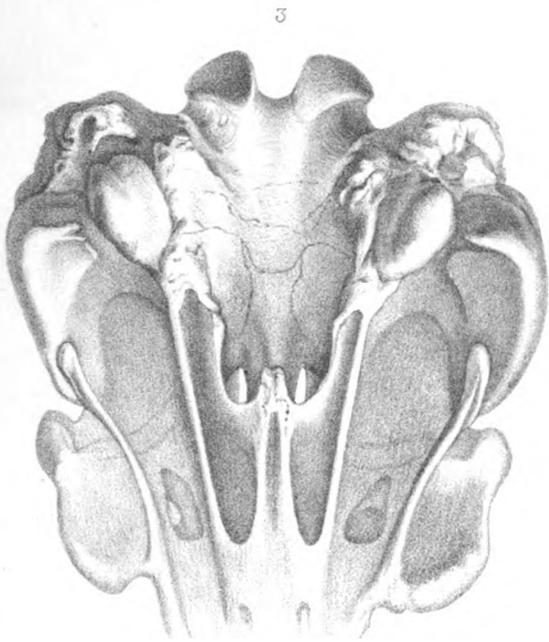
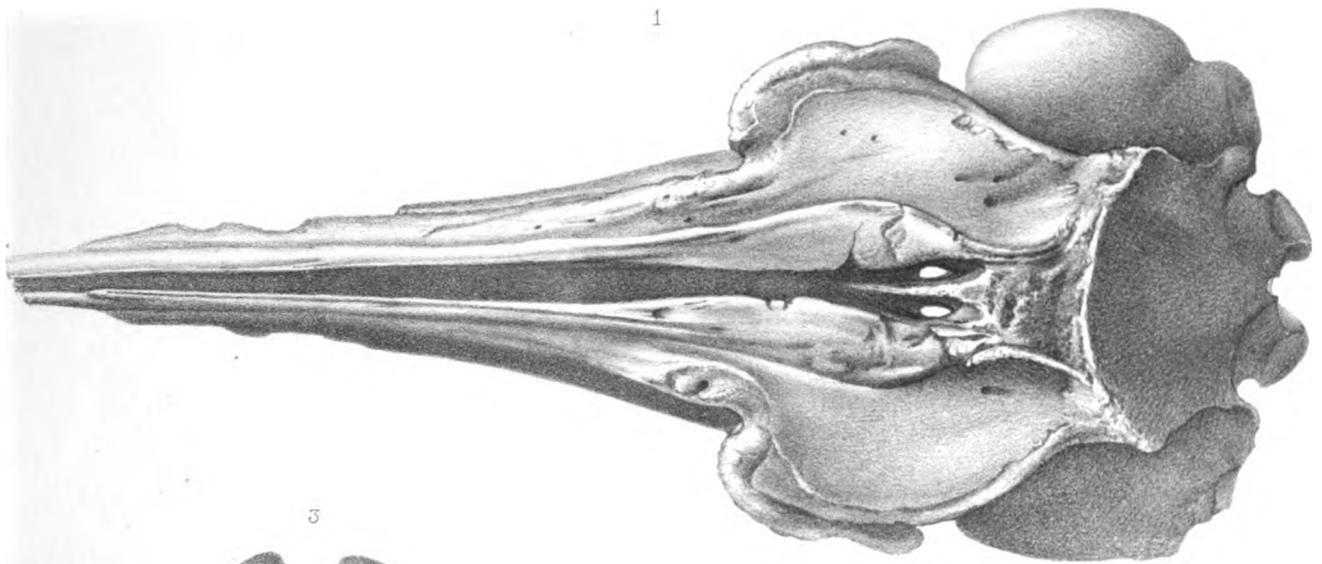
² Si le *Phocodon* est réellement congénère de ces animaux.

³ *Actes de la Soc. linn. de Bordeaux*, pag. 201; 1840.

⁴ *Dict. univ. d'hist. nat.*, tom. IV, pag. 636; 1840.

⁵ *Compt.-rend. hebd.*, tom. LIV, pag. 788; 1862.

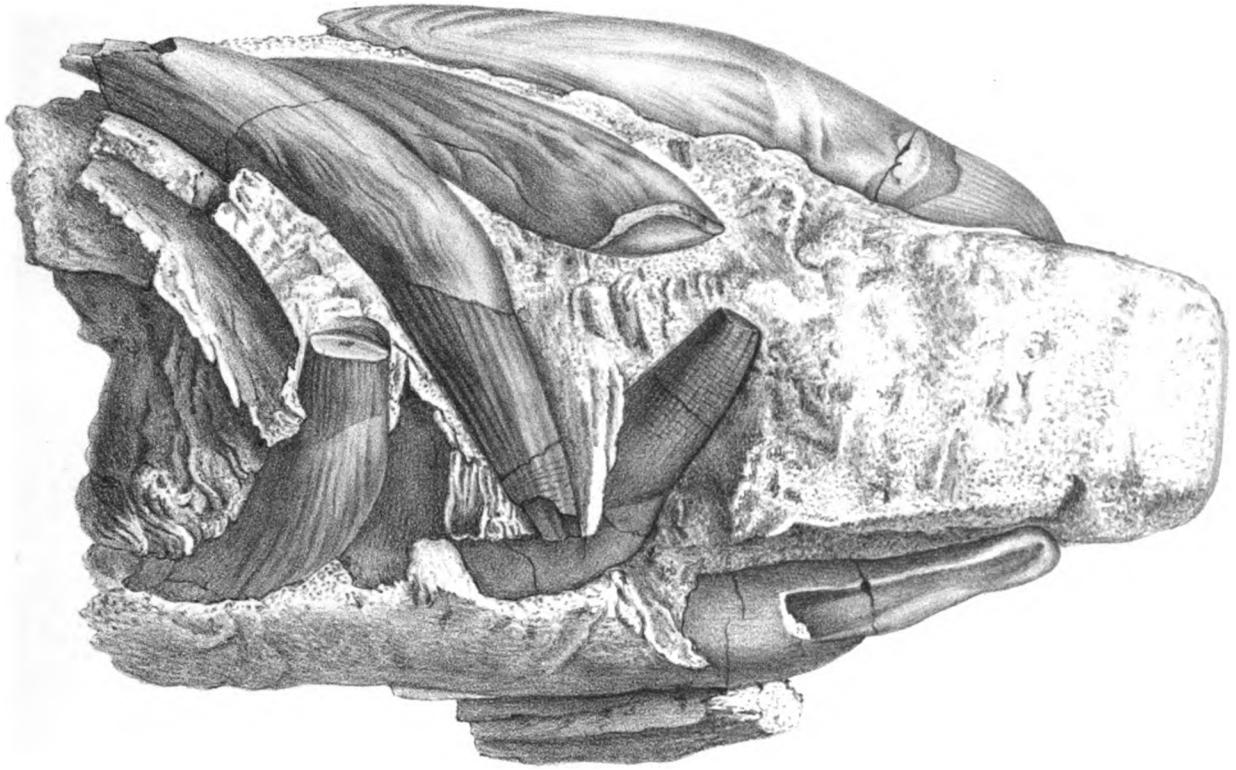
⁶ *Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles*, in-4^o, avec Atlas in-fol.



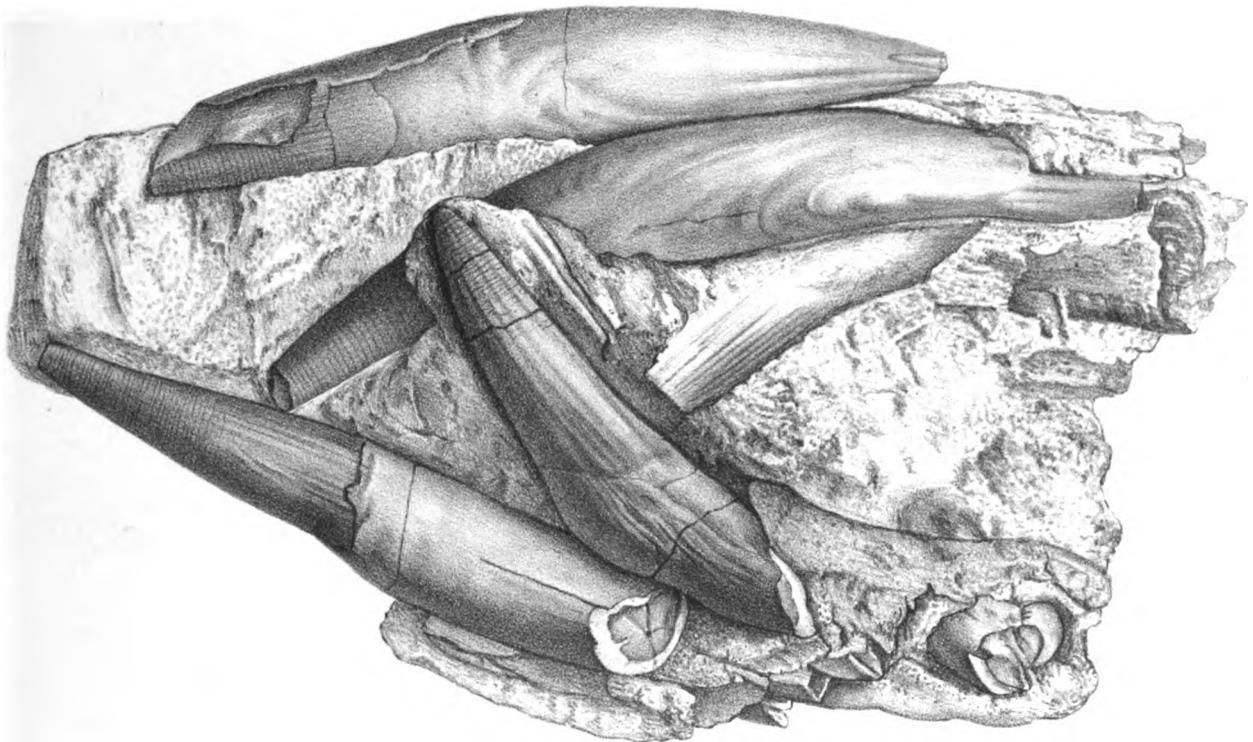
Imp. Beequet Paris.

SQUALODON
de Bari (Département de la Drôme)

1



2



Imp. Bequet, Paris.

SQUALODON
de Bari (Département de la Drôme)

attribuer à des espèces différentes les dents antérieures, intermédiaires ou postérieures que l'on en a successivement découvertes. D'autres pièces ont aussi donné lieu à de semblables méprises; c'est ce que j'ai discuté et rectifié dans ma lettre relative aux Squalodons qui a paru dans le *Bulletin de l'Académie de Belgique*¹. Rappelons aussi que M. Jourdan s'est servi, pour désigner le genre Squalodon, d'une dénomination encore différente, et qu'il l'a appelé *Rhizoprion*.

PLANCHE II.

Crâne de Squalodon trouvé à Bari (Drôme), dans la molasse, et déposé au musée de Lyon. — Figures copiées des planches inédites de M. le professeur Jourdan.

1. Le crâne, vu en-dessus. — 2. Le même, vu de profil. — 3. Face inférieure. — 4. Face postérieure ou occipitale.

Ces figures sont réduites à 1/4 de la grandeur naturelle.

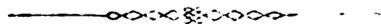
PLANCHE III.

Partie terminale du rostre du Squalodon, de Bari; provient du même exemplaire que le crâne figuré sur la Planche II.

De grandeur naturelle.

Les dents sont encore en partie engagées dans la molasse qui les renfermait. Les figures 1 et 2 représentent chacune un des côtés, avec les dents en place sur ce côté.

¹ *Bull. Acad. roy. Bruxelles*, 2^e sér., tom. III, pag. 469, ave 1 pl.; 1862.



SUR L'HIVER DE 1868,

Par M. Ch. MARTINS.

Cet hiver a été d'une rigueur exceptionnelle. La moyenne (4°,37), si on la compare à celle de seize hivers qui ont précédé, 5°,53, n'a pas été très-basse ; mais le minimum moyen — 1°,89, véritable expression du froid, est le plus bas que nous ayons eu depuis 1852. Le minimum absolu — 11°,9 est moins bas que celui (— 16°,0 du 21) janvier 1855. Le nombre des jours de gelée a été de 58 au lieu de 44, comme habituellement. La chaleur des journées, ou maximum moyen, 10°,64, est supérieure à la moyenne générale. Le contraste entre les nuits sereines et froides, avec des journées chaudes et brillantes de soleil, n'a jamais été aussi frappant. La pureté du ciel était entretenue par les vents de nord-ouest et de nord qui ont soufflé pendant 62 jours sur 91. C'est surtout sous le point de vue de la sécheresse, que ce dernier hiver est remarquable. Il n'est tombé que 33 millimètres d'eau au lieu de 210 millimètres, que la terre reçoit habituellement dans cette saison. (Voir, pour plus de détails, le *Bulletin de la Société d'agriculture du département de l'Hérault* pour 1868.)

Hiver de 1868 au Jardin des Plantes de Montpellier, comparé aux seize hivers qui l'ont précédé.

	Températ. moyennes.	Moyennes des minima.	Minima absolus.	Moyennes des maxima.	Maxima absolus.	Oscillation diurne moyenne.	Nombre des jours de gelée.	Quantité de pluie. mm
Décembre 1867....	3,60	— 1,97	— 10,9	9,17	17,5	11,09	22	6
Décemb. 1851-1867.	5,35	0,52	— 10,9	10,19	17,5	9,67	15	57
Janvier 1868.....	2,85	— 2,69	— 11,9	8,40	16,0	12,63	18	27
Janvier 1852-1868.	5,06	0,17	— 16,0	9,94	18,0	9,77	15	72
Février 1868.....	6,67	— 1,02	— 6,0	14,36	19,5	16,2	18	0
Février 1852-1868.	6,17	0,62	— 11,0	11,73	19,5	11,11	14	87
Hiver 1868.....	4,37	— 1,89	— 11,9	10,64	19,5	13,31	58	33
Hiver 1852-1868...	5,53	0,44	— 16,0	10,62	19,5	10,18	44	210

REMARQUES

SUR

LE DÉVELOPPEMENT D'UNE PLANARIÉE DENDROCOELE

Le POLYCELIS LÆVIGATUS

(DE QUATREFAGES)

Par M. Léon VAILLANT¹.

L'étude du développement est regardée aujourd'hui à juste titre par tous les zoologistes comme d'une importance capitale pour la connaissance des animaux, tant en eux-mêmes que dans leurs rapports mutuels. C'est en effet par l'établissement complet du cycle vital chez bon nombre d'entre eux qu'on est déjà parvenu à retrancher du cadre zoologique une multitude d'espèces autrefois considérées comme distinctes, mais qu'une observation mieux suivie et plus attentive a conduit à ne regarder que comme des stades d'êtres souvent placés dans un tout autre groupe.

La connaissance des différents états d'une même espèce peut nous aider aussi à retrouver sa véritable place dans la série, et nous fait le mieux saisir ses points de contact réels avec les êtres qui lui sont proches. Il n'est

¹ Ces observations ont été présentées en partie à la Société philomatique de Paris, dans sa séance du 19 mai 1866. (*Voy. Bull. de la Soc. Philom. de Paris*, nouvelle série, tom. III, pag. 66.)

sans doute plus de naturaliste qui admette d'une manière absolue ce principe, qu'on a pu avancer à une certaine époque, principe suivant lequel un animal, pour arriver à son entier développement, doit successivement revêtir les formes qui lui sont inférieures : ainsi un Mammifère, avant d'acquérir tous les caractères propres à sa classe, aurait dû, après avoir été Rayonné, Mollusque, Articulé, prendre successivement les caractères des Poissons, des Batraciens, des Reptiles, peut-être même des Oiseaux. Mais sans aller aussi loin, il est certain que les animaux d'un même groupe présentent entre eux des analogies dans leurs développements, qu'ils possèdent, suivant une expression de M. Milne-Edwards, un fonds commun d'où ils partent en divergeant. Ainsi, pour ne pas sortir des Vertébrés, tous au début montrent dans le fractionnement, dans la formation du blastoderme, dans celle des parties fondamentales de l'embryon, de remarquables analogies ; plus tard, au contraire, la présence d'une vésicule allantoidienne chez les uns, son absence chez les autres, impriment au reste de l'organisme un cachet assez spécial pour qu'on ait pu se servir utilement de ces données dans des rapprochements naturels. Cette étude pourrait se suivre plus loin, mais ce que je viens d'en dire suffit pour nous montrer comment ces caractères embryogéniques peuvent nous aider à fonder des divisions où se trouveront réunis tous les êtres présentant cette communauté de caractères pendant une certaine période de leur évolution, ces divisions devant être d'un ordre d'autant plus élevé que cette communauté se suivra moins loin¹.

Au point de vue de la classification, la connaissance des différentes métamorphoses nous indique également, dans bon nombre de cas, la position sériale des animaux. Le groupe des Amphibiens, sous ce rapport, en est un exemple frappant, et les différentes formes par lesquelles passent les Batraciens anoures offrent des rapports de similitude assez évidents avec les Ichthyoides et les Urodèles, pour qu'on en déduise l'ordre ascendant de ces différents groupes ; et si l'Amphiuma ou la Sirène, pas plus que le Triton ou la Salamandre, ne sont réellement des arrêts de développement de la grenouille, il n'en est pas moins vrai que l'ordre naturel

¹ R. Milne-Edwards ; *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*, tom. I, pag. 28 et suiv. ; 1857.

et l'ordre des métamorphoses présentent des analogies qu'on ne peut méconnaître.

Ces considérations prouvent suffisamment l'utilité de semblables études ; mais en ce qui concerne les animaux inférieurs, malgré les travaux nombreux et importants faits par les zoologistes modernes, nous sommes loin de pouvoir nous servir avec fruit de ces données, car le champ des recherches est si vaste, les conditions d'observation si rares et si difficiles à remplir, que d'ici longtemps, sans doute, bien des points inexplorés nous manqueront pour coordonner tous ces matériaux épars. Le groupe des Vers ou Helminthes, dans le sens large du mot, qu'il n'aurait pas dû quitter depuis O.-F. Muller, est un de ceux qu'on a peut-être étudiés sous ce point de vue avec le plus de soin, et, d'après ce que nous en connaissons, c'est avec justice qu'on semble s'y être attaché. Sa position mixte entre les embranchements des Articulés et des Rayonnés, un peu en contact même avec les Mollusques, comme l'a indiqué de Blainville dans ses *Principes d'anatomie comparée*¹, lui donnent un intérêt spécial. Les travaux contemporains nous ont montré que les modes de développement très-variés s'y rencontraient, et cela dans des groupes très-voisins ; qu'à côté des Hirudinées à développement direct se trouvent des Trématodes, où la génération alternante atteint en quelque sorte sa forme typique ; c'est ce qu'ont mis hors de doute les travaux de Rathke et de M. Robin d'une part, ceux de MM. Steenstrup, Siebold, Van Beneden, etc., pour les seconds. De semblables différences ne peuvent manquer de servir très-utilement à l'arrangement méthodique de ces êtres, tant pour les rapprochements à opérer que pour la valeur des groupes à établir ; mais jusqu'ici, il faut l'avouer, cela n'est qu'à l'état d'ébauche. Les naturalistes doivent donc saisir avec empressement toutes les occasions qu'ils peuvent rencontrer de combler les lacunes encore trop nombreuses sur ce point dans l'histoire des Helminthes, et ne pas négliger de consigner tous les faits qu'ils peuvent être à même de recueillir. C'est ce qui me décide à exposer ici les observations que j'ai pu faire il y a quelques années, sur un animal appartenant au type des Turbellariées planariennes de nos côtes de la Manche.

Cette Planaire du groupe des Dendrocoelés se rapporte très-certainement à

¹ De Blainville; *Principes d'anatomie comparée*, tableau n° 2.

l'espèce décrite par M. de Quatrefages sous le nom de *Polycelis uni* (*Polycelis laevigatus*)¹. La description donnée par cet auteur étant de beaucoup la plus complète, les détails anatomiques indiqués et figurés dans ce travail étant ceux auxquels je renverrai habituellement, je conserverai ce nom, bien qu'au point de vue de la nomenclature celui de *Polycelis tremellaris* (Müller, Sp.) fût peut-être plus convenable². Cet animal est le plus commun de cette famille sur les côtes de Bretagne, et on le rencontre pour ainsi dire sous chaque pierre à marée basse. Les travaux de l'auteur que je viens de citer ont fait parfaitement connaître sa structure anatomique. Les organes génitaux mâle et femelle réunis sur le même individu sont absolument séparés et présentent deux orifices distincts, l'un antérieur mâle par lequel sort le pénis, l'autre postérieur représentant l'ouverture du vagin. Dans ces dernières années, M. Oscar Schmidt³ a donné quelques détails sur ces mêmes appareils; mais la figure où il représente l'animal entier, et surtout la disposition indiquée pour les organes digestifs, me portent à penser que l'assimilation qu'il établit entre son espèce et le véritable *Polycelis laevigatus* pourrait bien n'être pas fondée.

La réunion des deux sexes sur un même individu a porté les naturalistes à penser que ces Planaires étaient androgynes, et l'on a supposé que dans un accouplement deux individus pouvaient mutuellement se féconder, par analogie avec ce que l'on admettait pour les Sangsues. Dans cette hypothèse, la position des orifices, obligerait les animaux à se placer en sens inverse l'un de l'autre pour que les ouvertures mâle et femelle pussent réciproquement se correspondre. Persuadé de la réalité de cette opinion, en apparence si logique, je fus fort étonné, au mois de février 1866, d'observer deux *Polycelis* évidemment rapprochés pour la copulation, placés l'un au-dessus de l'autre, mais ayant les extrémités céphaliques tournées dans le même sens. J'ai eu depuis l'occasion d'observer le même fait à deux reprises, sans qu'il pût y avoir de

¹ De Quatrefages; *Mémoire sur quelques planariées marines*. (*Annal. scienc. natur.*, 3^e série, tom. IV, pag. 134; 1845.)

² M. de Quatrefages exprime d'ailleurs lui-même des doutes sur la valeur de cette espèce. (*Voy. loc. cit.*, pag. 130, note 1.)

³ O. Schmidt; *Turbellarien von Corfu und Cephalonia*, pag. 10, pl. I, fig. 3, 4, 5; 1861. — (*Zeitschrift f. wissenschaft. Zoologie*, tom. XI, 1861.)

doute sur la position réciproque des deux individus : la taille de cette Planaire, qui atteint plus de deux centimètres de longueur, la présence des amas oculaires, rendent la constatation du fait très-facile. Il s'ensuit qu'à moins d'admettre, au moment de l'accouplement, un changement de situation dans les ouvertures génitales, changement difficile à comprendre, il ne peut y avoir fécondation réciproque. Cette observation me paraît d'ailleurs en rapport avec celles de Dugès ¹, bien que pour les animaux dont il s'occupe spécialement la question soit un peu différente, puisque chez les Planariées d'eau douce, tels que la *Planaria brunea* (Muller), les organes des deux sexes débouchent à l'extérieur dans une sorte de cloaque commun. D'après ses descriptions et l'accouplement figuré *Pl. V, fig. 12*, il résulte clairement que la position des individus est analogue à celle que je viens de décrire. On peut voir également dans le texte que cet auteur n'a observé, lors de la séparation, l'issue que « d'un filament muqueux, probablement spermatique ». En rapprochant ces faits de ceux si parfaitement observés par M. Ebrard ² sur les Sangsues, on est fortement porté à admettre que chez tous ces êtres, lors de l'accouplement, il n'y en a qu'un de fécondé. En ce qui concerne le *Polycelis lævigatus*, je n'ai malheureusement pas pu faire la preuve complète en séquestrant les animaux pour observer la manière dont se serait effectuée la ponte, ce qui serait important, car, d'après ce que l'on peut conjecturer en comparant les Planariés aux Trématodes, il est jusqu'à un certain point possible d'admettre cette fécondation réciproque, l'accouplement chez ces derniers ayant lieu aussi dans la position ordinaire, à en juger par l'exemple bien souvent étudié et figuré du *Diplozoon paradoxum*, où les deux individus paraissent néanmoins également fécondés.

Un autre fait m'a frappé dans les trois occasions où j'ai pu observer l'accouplement des *Polycelis lævigatus*, et, s'il n'est pas le résultat d'une circonstance fortuite, il peut avoir une certaine valeur au point de vue du rôle que remplissent pour la fécondation l'un et l'autre individus. En examinant un certain nombre de ces animaux, il est facile de reconnaître qu'ils peuvent être partagés en deux variétés. Les uns sont diaphanes et blanchâtres ; les autres, un

¹ Dugès; *Recherches sur l'organisation et les mœurs des Planariées*. (Ann. sc. nat., 1^{re} série, tom. XV, pag. 139, pl. IV et V; 1828.)

² Ébrard; *Nouvelle monographie des Sangsues médicinales*, pag. 102; 1857.



peu moins transparents, ont une teinte légèrement rousse. Ces différences de coloration, faciles à constater à l'œil nu, paraissent dépendre du contenu de ces cœcums glandulaires dépendant de l'estomac, regardés par M. de Quatrefages comme des diverticulums de celui-ci, mais dans lesquels bon nombre d'anatomistes, parmi lesquels se range M. Claparède, veulent voir l'analogue du foie. Chez les individus de la première variété, le contenu des cellules glandulaires est simplement transparent, tandis que chez les autres il réfracte beaucoup plus fortement la lumière. Il serait toutefois utile de rechercher si cette différence n'est pas due à l'état de quelque autre organe, attendu qu'à l'époque où je fis ces remarques il ne m'avait pas encore été donné d'observer l'accouplement, et je n'y prêtai pas toute l'attention qu'elle mérite peut-être. En effet, dans les trois observations dont j'ai parlé plus haut, j'ai toujours vu que les individus réunis appartenaient chacun à une variété différente; on serait conduit par conséquent à rechercher si la coloration ne dépend pas de l'état des organes génitaux plutôt que de celui des organes digestifs; il ne m'a pas malheureusement été possible jusqu'ici de pousser plus loin cette étude.

Lorsqu'on examine un *Polycelis uni* au moment où les organes de la génération sont développés, on observe dans tous les points du corps et, autant qu'on peut en juger, dans l'épaisseur du parenchyme qui le forme, une multitude de corps arrondis ou ovalaires, dont la grosseur varie de 0^{mm},169 à 0^{mm},115; ils sont formés¹ de granulations assez régulières, fortement réfringentes, au milieu desquelles se voit un noyau clair très-net de 0^{mm},052, pourvu d'un nucléole de 0^{mm},0086. M. de Quatrefages a décrit et figuré des corps semblables², il les regarde comme représentant les œufs dans leur premier état avec la vésicule et la tache germinatives, et je pense qu'il est impossible de ne pas se ranger à cette manière de voir.

En se rapprochant de la partie médiane et postérieure de l'animal, où se trouvent les organes génitaux, les œufs se modifient comme situation et comme aspect. Au lieu d'être noyés dans l'épaisseur des tissus, ils s'accablent dans des canaux parfaitement limités qu'on doit considérer comme

¹ Pl. IV, fig. 4.

² De Quatrefages, *loc. cit.*, pag. 169, pl. VII, fig. 6.

desoviductes. Ces conduits ne m'ont pas paru, ainsi qu'on l'a figuré, avoir la forme de tubes larges en entonnoir; au contraire ils sont excessivement fins d'ailleurs absolument indistincts sur les amas d'œufs qu'ils enveloppent¹; cependant, en isolant une de ces masses, on peut distinguer le tube oviducal en deux points plus ou moins régulièrement placés aux pôles², et du reste sa présence sur l'amas lui-même est mise hors de doute par la forme irrégulièrement polyédrique affectée par les œufs eux-mêmes, ce qui indique clairement qu'ils sont retenus et comprimés par une enveloppe résistante. Si l'on vient à rompre celle-ci, on les voit en effet prendre une forme régulièrement sphérique³ (imparfaitement indiquée sur la planche, où l'on a reproduit avec trop d'exactitude un dessin défectueux); leur diamètre est de 0^{mm}, 130. Les œufs, à cette période de leur développement, ont changé d'aspect, leur substance a l'apparence d'une masse homogène finement granuleuse, on ne voit plus trace de la vésicule ni de la tache germinatives, ils paraissent également manquer absolument d'enveloppe propre.

C'est probablement peu de temps après qu'ils ont acquis cette structure que s'opère la ponte: il est fréquent alors d'observer sur les parois des vases où l'on élève ces animaux de petites plaques jaunâtres, irrégulières dans leur forme, couvrant une surface variable d'environ 4 à 10 millimètres carrés. Examinées avec un grossissement convenable, on voit que ces plaques⁴ sont constituées par un grand nombre d'œufs réunis par une substance amorphe jaunâtre⁵; ils sont sphériques, d'un diamètre de 0,141; le vitellus, déjà un peu contracté en général, ayant 0,125. L'aspect de celui-ci et ses dimensions ne permettent pas de méconnaître l'analogie à établir avec les corps extraits de l'oviducte; cette présomption, qui résulte déjà de l'examen simple de ces produits, m'a été confirmée depuis par l'occasion que j'ai eue de saisir un *Polycelis uni* abandonnant ses œufs au moment de la ponte. Il arrive souvent qu'au milieu des plaques on trouve des coques vides⁶; on reconnaît dans ce

¹ Pl. IV, fig. 2.

² Pl. IV, fig. 2 a et b.

³ Pl. IV, fig. 3.

⁴ Pl. IV, fig. 4.

⁵ Pl. IV, fig. 4 c.

⁶ Pl. IV, fig. 4 a.

cas que cette enveloppe n'est pas homogène, mais présente des cercles arrondis irrégulièrement accumulés les uns sur les autres; les plus grands de ces cercles mesurent 0^{mm},026; au premier abord on croirait avoir sous les yeux des œufs dont le contenu serait remplacé par des cellules transparentes, accumulées les unes sur les autres. Je ne pourrais dire à quoi est due cette apparence, et s'il faut croire que ce sont les limites de cellules élémentaires qui composeraient la coquille ou l'empreinte du moule, de l'ootype, dans lequel l'œuf a été achevé.

Mais il est important, pour les études dont je vais avoir à parler plus bas, de retrouver ces œufs à l'état que j'appellerais sauvage. En effet, ceux qui sont pondus en captivité, au moins dans les aquariums de petite dimension que j'ai eus à ma disposition, ne tardent pas à s'arrêter dans leur développement et ne vont pas plus loin en général que le fractionnement; parfois ils parviennent à la première période de la gyration, mais jamais je n'ai pu les conserver plus longtemps, soit que le renouvellement de l'eau ou de l'air ne puisse être suffisant, soit que la lumière qui leur arrive de toute part au travers des parois des vases les gêne. Heureusement, avec un peu d'habitude et de patience, il est possible de se procurer des plaques d'œufs pondus à l'état de liberté dans des conditions plus normales, et de poursuivre sur elles les phénomènes qui amènent la formation de l'embryon. C'est naturellement sous les pierres, où se trouvent d'ordinaire les Polycelis, que j'ai dû chercher ces œufs, et ils s'y trouvent en très-grande quantité; il faut toutefois une certaine attention pour arriver à les découvrir. C'est surtout sous les galets d'une teinte uniformément sombre qu'on les aperçoit avec le plus de facilité; dans les environs de Saint-Malo, où ont été faites ces études, les galets de Diorite qui s'y rencontrent en abondance sont particulièrement favorables à cette recherche: en effet, la teinte jaunâtre de la petite plaque se détache plus nettement sur le fond noir, on ne peut mieux comparer son aspect qu'à celui que produirait un petit morceau d'amadou fixé sur ces pierres. Il importe cependant de ne pas s'en laisser imposer d'abord par certains cristaux jaunâtres engagés souvent dans la pâte même de la Diorite, mais surtout par certains Bryozoaires ou certaines Éponges qui présentent un aspect si analogue, que souvent dans ce dernier cas l'examen à la loupe peut seul faire éviter l'erreur. Une fois familiarisé avec l'apparence des pla-

ques d'œufs des Polycelis, on peut les retrouver même sous les galets bigarrés formés de granits et de mica-schistes; cependant la diversité des couleurs y rend plus difficile la reconnaissance d'un objet peu perceptible par sa nature.

Que les œufs aient été pondus en captivité ou non, on ne tarde pas à voir le vitellus éprouver le phénomène connu du fractionnement. Ce phénomène est précédé de l'apparition d'un ou deux globules polaires¹, faciles à reconnaître. Peu après, le vitellus se partage en deux, quatre, huit globes très-régulièrement disposés². Il est probable que le phénomène se poursuit plus loin, mais il ne m'a pas été donné de l'observer, et les œufs plus avancés que j'ai pu examiner en étaient déjà à la période suivante ou période de gyration. Cela peut provenir de la rapidité avec laquelle paraît s'opérer le fractionnement du vitellus; en effet, sur une même plaque, où les œufs doivent cependant être pondus et fécondés à un très-court intervalle, l'un de l'autre, on rencontre habituellement tous les états que je viens de décrire. Il ne m'a d'ailleurs en aucune façon été possible d'établir la durée de l'évolution pour aucune des périodes; chez les animaux inférieurs, plus dépendants des circonstances ambiantes, les conditions de chaleur, de lumière et mille autres moins connues, ont au reste une telle influence, que la connaissance de cette durée offre moins d'importance que pour beaucoup d'autres êtres.

Arrivé au stade suivant, l'embryon change d'aspect³; sa masse, redevenue unique, n'est plus homogène, mais présente sur certains points des cellules arrondies qui paraissent périphériques, sans qu'on puisse admettre toutefois qu'elles forment une couche continue; çà et là apparaissent des nucléoles, le reste de la substance est finement granuleux. En outre, modification plus importante, la surface du corps se couvre de cils vibratiles ténus dont l'effet est d'amener une gyration de tout l'embryon, qu'on voit agité d'un mouvement continu de rotation sur lui-même. Ce fait, on le sait, est habituel chez les Mollusques et a été signalé par Rathke chez les Hirudinées⁴. Presqu'en même temps apparaît la première paire d'yeux. Cependant dans un

¹ Pl. IV, fig. 4 b.

² Pl. IV, fig. 5 a, b, c, d.

³ Pl. IV, fig. 6.

⁴ Heinrich Rathke; *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hirudineen*, p. 22. Leipzig, 1862.

cas j'ai trouvé des embryons animés du mouvement gyrotoire et sans points oculiformes, ce qui doit faire supposer que l'apparition des cils vibratiles précède celle de ces organes. Si l'on vient à rompre la membrane de l'œuf et à mettre ainsi le petit être en liberté¹, le mouvement cesse aussitôt; ce n'est que dans ce cas qu'on peut facilement découvrir la présence des cils vibratiles, qui normalement sont peu visibles à cause de la rapidité des mouvements. Les dimensions de l'embryon à cette période sont de 0^{mm},135 à 0^{mm},119; sorti de l'œuf, il reste parfaitement sphérique.

Dans le stade suivant², la substance propre n'a guère subi de modifications, mais l'organisation générale s'est notablement perfectionnée d'abord par la présence d'une seconde paire de points oculiformes et surtout par l'apparition au-dessous des cils vibratiles d'une couche cutanée bien distincte. Cette couche est parfaite transparente, homogène, épaisse de 0^{mm},005, c'est sans doute l'analogue de la cuticule. A l'intérieur de l'œuf la gyration continue; sorti de sa coque l'embryon reste immobile, sa forme change en même temps³, il devient ovoïde avec une extrémité antérieure légèrement rétrécie; ses dimensions sont alors 0^{mm},187 ou 0^{mm},281 de long sur 0^{mm},114 ou 0^{mm},099 de large; comme on le voit, si la longueur augmente, la largeur diminue. On découvre ordinairement, avec un peu d'attention, à la partie postérieure une cellule arrondie de 0^{mm},04 à 0^{mm},06 de diamètre plus nettement accusée: c'est le premier rudiment de la trompe.

Il est probable que l'éclosion a lieu vers cette époque; car, bien qu'en faisant sortir par dilacération l'embryon de la coquille ses mouvements s'arrêtent, comme on l'a vu plus haut, cependant j'en ai rencontré dont le développement n'était pas plus avancé, et qui nageaient dans le liquide des aquariums avec une grande vivacité. A partir de cette époque l'observation devient excessivement difficile, attendu qu'on ne peut plus, comme pour les œufs fixés, renouveler l'eau sans risquer de perdre les embryons et d'introduire en même temps d'autres êtres; par suite ces animaux, privés sans doute d'une nourriture convenable, disparaissent bientôt. Il n'est plus possible d'un autre côté de les trouver à l'état sauvage d'une manière

¹ Pl. IV, fig. 7.

² Pl. IV, fig. 8.

³ Pl. IV, fig. 9.

régulière, leur petitesse et leur transparence les dérobaient à peu près complètement à la vue ; aussi n'ai-je pu observer que des changements peu sensibles sur les embryons que je suis parvenu à conserver pendant huit à dix jours vivants en captivité après la sortie de l'œuf.

La taille augmente un peu¹, mais c'est plutôt un changement de forme qu'une croissance réelle ; la longueur est de 0,30, la largeur de 0,05 ; la substance qui forme la masse du corps a conservé à peu près le même aspect, cependant les cellules qu'elle contient ont pris un contour plus nettement arrêté ; la trompe devient très-évidente, on y distingue clairement des lignes rayonnantes, indice des fibres musculaires, et une fente tantôt simplement longitudinale, tantôt affectant la forme d'un V. Le tégument conserve la même apparence, mais il mesure 0^{mm},040 ; les cils vibratiles qui le recouvrent sont plus nets, et de distance en distance existent des soies beaucoup plus développées ; il y en a constamment deux postérieures, remarquables par leurs dimensions, elles mesurent 0^{mm},050. La structure générale s'est sans doute modifiée d'une manière plus profonde, à en juger par les changements de forme que l'animal peut imprimer à tout son corps, ou à la trompe ; cette dernière, sous les yeux de l'observateur, surtout lorsque ce petit embryon est couvert d'une plaque de verre qui gêne ses mouvements, passe et repasse successivement de la forme elliptique, qui lui est ordinaire, à la forme arrondie. Sur les individus les plus développés on remarque en arrière des yeux, dont les dimensions sont notablement plus grandes, un espace plus clair qui, sans doute, est le premier rudiment du système nerveux ; mais il est impossible de saisir nettement la trace de cellules ou de fibres. Ces mêmes individus présentent un autre changement bien visible, si l'on exerce sur eux une légère compression² : c'est l'arrangement à la périphérie de granules noirâtres, qui rappellent par leur disposition ramifiée les cœcums stomacaux de l'animal adulte, cœcums dont ils sont sans doute les vestiges.

En cherchant avec soin dans les endroits fréquentés par les Polycelis, j'ai pu en trouver de petite taille, mais toutefois bien éloignés déjà du stade pré-

¹ Pl. IV, fig. 10.

² Pl. IV, fig. 11.

cèdent, puisqu'ils mesuraient 1^{mm},88 de long. A ce moment¹ leur aspect reproduit presque absolument celui de l'adulte, la partie postérieure, où doivent se produire les organes génitaux, étant toutefois moins développée; la trompe est plus rejetée en arrière et la forme générale régulièrement en massue à grosse extrémité antérieure; la plus grande largeur est en avant de 0^{mm},68, et au niveau de l'extrémité postérieure de la trompe de 0,40. Le tégument cuticulaire, qui mesure sur les côtés 0^{mm},20, est plus épais en avant comme chez l'adulte; il est couvert de cils vibratiles et présente encore les soies longues; au reste, ces dernières existent toujours chez l'animal parvenu à son entier développement: on ne pourrait donc y voir un caractère embryonnaire, comme cela a lieu chez les Némertiniées suivant M. Keferstein². Sous la cuticule, le parenchyme prend une plus grande consistance et forme une sorte de couche dermique. On y trouve, de même que chez l'adulte, de petits bâtonnets réfringents, groupés au nombre de cinq à huit; ce sont sans doute ces corps que M. de Quatrefages compare aux organes urticants des Rayonnés³. Le système nerveux est bien distinct dans sa partie centrale; le cerveau offre trois lobes de chaque côté. Il m'a été impossible de reconnaître aucun filet nerveux. Quant aux points oculiformes, ils présentent déjà moins de régularité; sur l'individu le plus petit que j'ai pu observer, et dont je donne une figure, il y en avait quatre d'un côté et six de l'autre. Le tube digestif rappelle absolument celui de l'animal parfait: la trompe est seulement moins frippée, les diverticulums gastro-hépatiques sont bien nets en avant, il y en a un médian et trois latéraux; sur les côtés de la trompe et à la partie postérieure il n'existe encore, comme chez les jeunes embryons, qu'une masse obscure à ramifications peu distinctes.

Chez les individus plus grands, les changements sont naturellement peu sensibles; le plus frappant consiste dans la multiplication des yeux et la netteté toujours plus grande avec laquelle se manifestent les cœcums gastro-hépatiques; ces derniers commencent par se dessiner en arrière de la trompe, et ce n'est qu'en dernier lieu qu'on peut les reconnaître sur les côtés de cet

¹ Pl. IV, fig. 12.

² Keferstein; *Untersuchungen über Niedere Seethiere. (Zeitschrift. für wissenschaft. Zoologie, tom. XII, pag. 61 et 67; 1862.)*

³ De Quatrefages, *loc. cit.*, pag. 146.

organe. Chez les *Polycelis* de 3^{mm} à 4^{mm} de long, le contenu de ces cœcums commence à se modifier. Au lieu d'être blanchâtre par la lumière directe, réfringent par la lumière transmise, il paraît jaunâtre dans le premier cas, obscur, presque opaque dans le second ; cette modification se produit successivement dans tous les conduits, en suivant la même marche de développement que ceux-ci, c'est-à-dire qu'on la remarque d'abord dans les cœcums antérieurs, puis dans les postérieurs, et en dernier lieu dans les cœcums latéraux.

La signification physiologique de ces cœcums n'est pas, on le sait, la même pour tous les auteurs qui se sont occupés des Planaires : les uns, avec Dugès¹ et M. de Quatrefages², y voient un estomac ramifié ; d'autres, comme M. Claparède³, pensent que ce sont plutôt les analogues du foie. En ce qui concerne les Planaires d'eau douce, et en particulier la *Planaria lactea* (Muller), il suffit d'en avoir gardé une pendant quelque temps sans la nourrir, et de lui offrir une proie convenable, pour s'assurer que les aliments pénètrent bien en réalité dans les ramifications qui remplissent tout le corps. Pour ce qui est du *Polycelis lævigatus*, je n'ai jamais vu en effet de particules alimentaires dans les cœcums, mais il est facile avec un peu de soin de pousser par la trompe une injection colorée fluide, telle que le carminate d'ammoniaque ou mieux le précipité de chromate de plomb, injection qui remplit tous les canaux ramifiés. Cette expérience prouve au moins qu'il existe une libre communication entre la trompe et les cœcums gastro-hépatiques ; je dois faire remarquer que le fluide coloré est rejeté presque immédiatement, par suite de la contractilité de l'animal, et on peut répéter plusieurs fois l'expérience sur un même individu. Il est donc probable que ces cœcums cumulent les fonctions d'estomac par leur cavité, d'organe glandulaire par leurs parois.

Arrivé à ce point de son évolution, les changements qui doivent continuer le développement de l'être, pour l'amener à son état parfait, sont certainement d'une importance secondaire, car il est pourvu dès ce moment de tous les appareils nécessaires à sa conservation individuelle. En ce qui

¹ Dugès, *loc. cit.*, pag. 156.

² De Quatrefages, *loc. cit.*, pag. 160.

³ Claparède; *Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere*, pag. 21. Leipsik, 1863.

concerne ceux-ci, il présente même déjà nettement les caractères du genre auquel il appartient. Il serait cependant utile de pouvoir continuer ces recherches, pour connaître par exemple d'une manière précise le mode d'apparition des points oculiformes. On sait comment les zoologistes, depuis Muller et Ehrenberg, se sont servis avec avantage de la disposition de ces organes pour les distinctions spécifiques ; mais on a depuis longtemps fait remarquer qu'un semblable caractère devait varier avec l'âge de l'individu. Chez le *Polycelis uni* on voit une nouvelle confirmation de ce fait. D'après la position des quatre points primitifs, qui sur l'individu de 1^{mm},88 sont évidemment les quatre antérieurs, on peut conclure que les points oculaires qui apparaissent d'abord font partie des groupes postérieurs et externes fort bien figurés par M. de Quatrefages ; ce n'est que plus tard qu'apparaissent les groupes convergents antérieurs et internes. Sur des individus de 6^{mm} à 7^{mm} de long, les points oculaires ont déjà la disposition qu'ils affectent chez l'adulte. Ce fait tendrait à prouver que la disposition des yeux, chez l'adulte, est propre, par sa fixité, à fournir des caractères sûrs, puisqu'on la verrait déjà nettement dessinée avant l'apparition des organes regardés comme l'expression de la perfection ultime d'un être donné. J'ai pu en effet m'assurer sur ces mêmes exemplaires qu'il n'existait pas encore trace des organes génitaux. Le développement de ceux-ci serait fort intéressant à étudier ; mais les circonstances ne m'ont pas permis de pousser plus loin ces études.

Bien qu'il reste de nombreuses lacunes à remplir dans ce travail, surtout entre les états représentés par les *fig. 10* et *12*, cependant le développement de cette Planaire nous est assez connu pour qu'il soit possible de se rendre compte du cycle vital complet. On peut regarder comme hors de doute que le développement est direct, qu'il n'y a pas de métamorphoses et à plus forte raison rien qui rappelle la génération alternante ; l'être arrive à son état parfait par la simple évolution des organes, qui se forment successivement, s'adjoignent les uns aux autres, et se modifient sans changements notables au fur et à mesure du développement, ce qui rappelle les faits observés sur les Planaires rhabdocélées, tels que le *Monocælis hyalina* par M. Van Beneden¹ ; il faudrait donc, je crois, n'admettre que sous grande réserve, comme

¹ Van Beneden ; *Faune littorale de la Belgique* ; Turbellariés, pag. 40. — *Mém. de l'Ac. roy. des sciences de Belgique*, tom. XXXII.

représentant des larves de Planariées, ces animalcules bizarres figurés d'abord par Joh. Müller ¹ et depuis par M. Claparède ², et regardés par le premier comme se rapportant à ce type des Turbellariées.

Remarquons encore que l'embryon du Polycelis arrivé au point de développement représenté par la *fig. 10*, rappelle d'une manière assez exacte l'apparence des Planariées rhabdocélées tels que les Mésostomes ou les Opistomes; il est permis de tirer de ce fait une nouvelle preuve de la supériorité des Dendrocélés dans le groupe des Planaires. L'ensemble de l'organisation avait d'ailleurs porté depuis longtemps les zoologistes à adopter cette manière de voir.

Il existe certainement bien des imperfections dans cette étude, le temps m'ayant manqué pour l'amener au point où je l'aurais voulu; j'espère toutefois qu'elle pourra servir, pour sa part, à éclairer l'histoire encore obscure de ces êtres.

¹ Joh. Muller; *Arch. f. Anat.*, pag. 485, 1850.

² Claparède, *loc. cit.*, pag. 22, pl. V, fig. 5.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Développement du POLYCELIS uni (*Polycelis lævigatus*, de QUATREFAGES).

Toutes les figures sont dessinées à un grossissement de 130 diamètres, excepté la *fig. 12*, dont le grossissement est environ quatre fois moindre, il est de 32 diamètres.

- FIG. 1.** Masses granuleuses renfermant un noyau transparent muni d'un nucléole (vésicule et tache germinatives), retirées du parenchyme composant la substance de l'animal ; ce sont les œufs dans l'état le plus rudimentaire où nous les ayons rencontrés.
- FIG. 2.** Portion de l'oviducte distendue par les œufs plus développés et rendus polyédriques par compression réciproque ; en *a* et *b* on voit l'oviducte, que la tenuité de sa membrane empêche de reconnaître sur la masse formée par les œufs.
- FIG. 3.** OEufs devenus libres par la rupture accidentelle de l'oviducte ; ils reprennent une forme parfaitement sphérique ; on voit que la masse est devenue plus homogène, la vésicule et la tache germinatives ont disparu.
- FIG. 4.** OEufs normalement pondus.
a. Coque de l'œuf après issue accidentelle du vitellus.
b. OEufs qui présentent manifestement les globules polaires.
c. Substance amorphe qui comble les intervalles laissés entre les œufs.
- FIG. 5.** Fractionnement du vitellus en deux, quatre, huit globes vitellins.
- FIG. 6.** Formation de l'embryon ; on lui distingue deux points oculiformes, et sa surface est couverte de cils vibratiles qui lui communiquent un mouvement rapide de gyration.
- FIG. 7.** Embryon du stade précédent sorti accidentellement de la coque de l'œuf.
- FIG. 8.** OEuf parvenu à la troisième période ; l'embryon présente une autre paire de points oculiformes et un tégument cuticulaire distinct.
- FIG. 9.** Embryon du stade précédent sorti accidentellement de la coque de l'œuf ; sa forme n'est plus régulièrement sphérique ; on distingue à la partie postérieure une cellule arrondie qui est le premier rudiment de la trompe.
- FIG. 10.** Embryon plus âgé, rencontré nageant librement dans le liquide : le tégument, outre les cils vibratiles, présente de longues soies ; la trompe devient nettement distincte.
- FIG. 11.** Embryon un peu plus développé que le précédent, légèrement comprimé pour montrer les amas obscurs périphériques ramifiés qui sont les premiers rudiments des cœcums gastro-hépatiques.
- FIG. 12.** Jeune Polycelis long de 1^{mm},8, pris à l'état de liberté.

Fig. 1 $130/1$

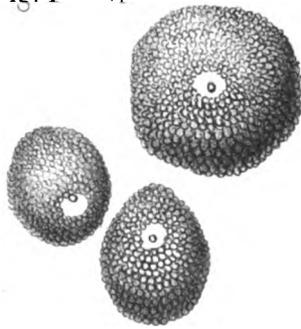


Fig. 2 $130/1$

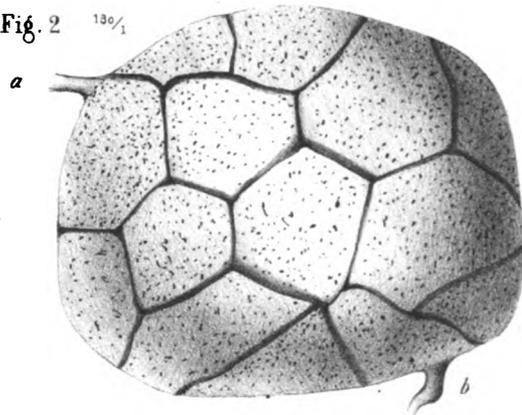


Fig. 3 $130/1$

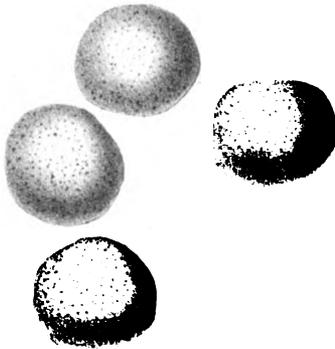


Fig. 4 $130/1$

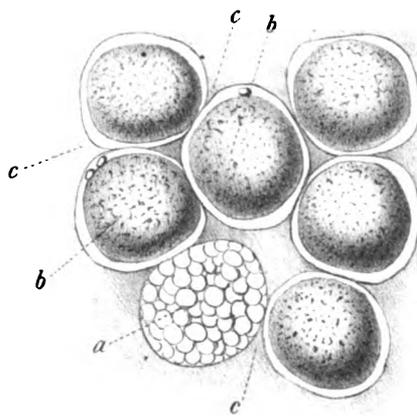


Fig. 5 $130/1$

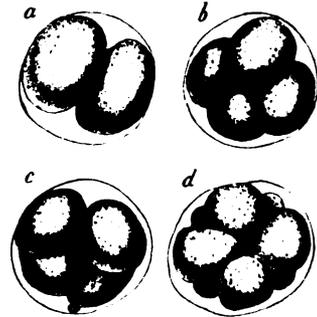


Fig. 6 $130/1$

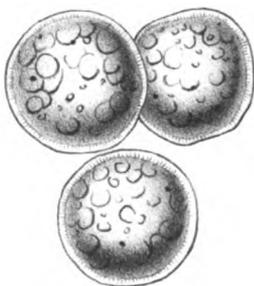


Fig. 8 $130/1$



Fig. 9 $130/1$



Fig. 12 $32/1$

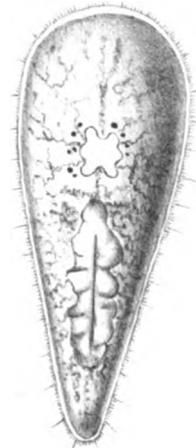


Fig. 7 $130/1$



Fig. 10 $130/1$



Fig. 11 $130/1$



Développement du POLYCELIS LÆVIGATUS [De Quatr.]

DES FERMENTS ORGANISÉS

QUI PEUVENT SE TROUVER

DANS LE BICARBONATE DE SOUDE DU COMMERCE,

Par M. LE RICQUE DE MONCHY.



Dans une séance de l'Académie des sciences de Montpellier, il y a six ans, je signalais la présence de corpuscules mobiles ou doués du mouvement moléculaire dans la dissolution de bicarbonate de soude du commerce, sans essayer d'en indiquer la nature. Les expériences que je vais décrire démontrent aujourd'hui que ce sont des ferments qui transforment, selon certaines circonstances, le sucre de canne pur en glucose, liquéfient et saccharifient l'empois de fécule, et ont aussi action sur la gélatine. Ils ne paraissent pas agir sur la salicine ni sur la phlorizine. Ces ferments, par leur manière de transformer les substances avec lesquelles on les met en contact, offrent des particularités dignes d'être remarquées. Leur extrême petitesse ne me permet pas de les décrire ; le naturaliste est impuissant à les classer. Aussi est-ce à la chimie que j'ai recours pour leur assigner une place dans les séries végétales.

ACTION SUR LE SUCRE DE CANNE.

Après plusieurs expériences, je fis dissoudre 6 kilogram. de bicarbonate de soude dans de l'eau distillée, en laissant le temps aux parties non dissoutes et les plus lourdes de se précipiter au fond du vase. Je versai sur un filtre

préalablement lavé à l'eau distillée la dissolution, qui était claire et contenait en suspension, à cause de leur extrême légèreté, les corpuscules mobiles. L'entonnoir était toujours couvert par une plaque de verre. Je lavai ensuite le filtre au moyen d'une pipette munie d'une poire en caoutchouc et contenant de l'eau distillée, jusqu'à ce que les corpuscules mobiles fussent réunis au fond du filtre, et que le liquide qui passait ne donnât plus qu'une légère trace d'alcalinité. Je fis dissoudre 18 gram. de sucre de canne exempt de glucose dans 180 gram. d'eau distillée créosotée. La dissolution fut portée à l'ébullition, et je fermai ensuite le ballon en verre qui en contenait la moitié avec un bouchon à l'émeri. Lorsque cette eau sucrée n'annonçait plus qu'une température de 40° environ, j'introduisis lestement dans le flacon une partie de ce que l'on put recueillir sur le filtre de corpuscules mobiles ainsi isolés. On s'était assuré que la dissolution de sucre ne réduisait pas le réactif cupropotassique. L'autre moitié de cette dissolution créosotée seulement fut mise dans un ballon pareil au premier. Ces deux préparations furent faites le 4 août 1866.

En raison de la grande quantité relative de corpuscules mobiles présumés être des ferments, six heures après ces deux dernières opérations on essaya de voir, à l'aide du réactif cupropotassique, s'il y avait déjà trace de transformation du sucre de canne en glucose. Le résultat fut négatif ; il en fut de même les quatre premiers jours : le cinquième jour l'eau sucrée créosotée, mise en contact avec les corpuscules, ne réduisit point encore le réactif, mais il se dégagait du liquide des bulles de gaz, et la masse des corpuscules était montée à la surface de ce liquide. Ces particularités annonçaient un commencement de fermentation ; le liquide qui donnait, le premier jour, de faibles traces d'alcalinité, était devenu légèrement acide ; l'eau sucrée créosotée seulement de l'autre ballon ne dégagait pas de gaz et ne réduisait pas le réactif cupropotassique. Le dixième jour, l'eau sucrée en contact avec les corpuscules ne réduisait pas encore le réactif, l'acidité était plus franche ; on cessa les essais jusqu'au trentième jour : la liqueur alors réduisait fortement en rouge le réactif cupropotassique longtemps avant la température de l'ébullition et en commençant par le haut. L'autre moitié de la dissolution sucrée et créosotée seulement ne donna pas de traces de réduction, même après l'ébullition.

Je répétai les expériences dans d'autres conditions. Je fis dissoudre de la même manière du bicarbonate de soude dans de l'eau distillée, en laissant reposer la dissolution pendant une heure ; je versai, comme la première fois, le liquide sur un filtre bien lavé ; je fis bouillir 180 grammes d'eau distillée créosotée avec 18 grammes de sucre de canne exempt de glucose dans un ballon en verre fermé par le tube à coton de MM. Schröder et Dusch. Lorsque le liquide n'annonçait plus qu'une température de 40° environ, j'introduisis les corpuscules mobiles dans la moitié de la dissolution de sucre et bouchai aussitôt le ballon ; je versai l'autre moitié de la dissolution créosotée dans un ballon préparé de la même manière. Je laissai refroidir le liquide, et débouchai le ballon un très-court instant, comme précédemment.

Le septième jour, sans formation préalable de produits acides, la liqueur sucrée et créosotée en contact avec les corpuscules mobiles réduisit fortement en rouge, avant l'ébullition, le réactif cupropotassique. Avant son introduction dans le ballon, elle ne donnait pas de traces de réduction ; l'eau sucrée créosotée seulement ne réduisit pas plus le réactif qu'au commencement des opérations. Il en fut de même trois mois après cette expérience, tandis que la liqueur en contact avec les corpuscules mobiles le réduisit énormément, et ne laissait voir au microscope, ni mycélium, ni vibrions, ni bactéries, etc. ; les corpuscules du bicarbonate de soude seuls se voyaient. Le tube à coton de MM. Schröder et Dusch a donc empêché les germes ou ferments en suspension dans l'atmosphère de tomber dans les ballons clos avec ce tube et contenant chacun une dissolution de sucre de canne pur portée préalablement à l'ébullition. Le coton a tamisé suffisamment l'air qui circulait dans le tube.

Dans cette seconde expérience, faite en ballon clos par le tube à coton, la fermentation a commencé par la transformation du sucre de canne en glucose. Dans la première expérience faite en ballon clos hermétiquement, la formation d'acide, c'est-à-dire le commencement de la fermentation, a précédé la transformation du sucre. Ce fait mérite d'être remarqué, car il est unique, jusqu'à présent, dans l'étude de l'action des ferments organisés sur le sucre de canne. M. Béchamp dit que les fermentations produites par des ferments organisés ont pour cause une substance soluble nommée *zymase*, laquelle est excrétée par les ferments. Pour les fermentations produites par de

nombreux et divers ferments observés par M. Béchamp, les choses se sont passées ainsi. Dans le cas qui nous occupe, il en a été autrement : la zymase n'a pas d'abord été excrétée par le ferment, sans quoi elle aurait transformé dès le principe le sucre de canne en glucose. Le ferment organisé a consommé directement une partie du sucre, il s'en est nourri ; il en est résulté une sécrétion acide qui a transformé le sucre de canne restant en glucose, propriété qu'ont tous les acides. Ce n'est donc qu'indirectement que la transformation a eu lieu du fait du ferment ; tandis que dans la seconde expérience, où l'air extérieur suffisamment tamisé circulait librement dans l'intérieur du flacon contenant la dissolution créosotée du sucre et les ferments du bicarbonate de soude, la transformation du sucre de canne a été le premier effet de la fermentation.

La fermentation produite par les ferments organisés n'est due qu'à l'influence d'un produit soluble excrété par ces ferments, en vertu de l'axiome : *corpora non agunt nisi soluta*. Or, les ferments du bicarbonate de soude sont insolubles ; donc l'excrétion acide qui a fini par transformer le sucre de canne dans la première expérience doit venir d'eux.

Il résulte des deux expériences qui précèdent, que les ferments organisés doués d'une vie qui leur est propre dans un milieu où l'air ne se renouvelle pas, ont une vie et une action différentes de celles qu'ils ont lorsqu'ils sont en contact avec une dissolution contenue dans un vase clos, où l'air suffisamment tamisé circule librement. Ce fait physiologique est très-remarquable et peut aider à éclairer la question des fermentations produites par des ferments organisés, dont l'action est différente selon les milieux dans lesquels ils se trouvent.

La transformation du sucre de canne en glucose, dans les expériences qui précèdent, est bien due à l'action des corpuscules mobiles du bicarbonate de soude. Pour avoir cette preuve, je fis les expériences que voici : Je préparai une dissolution très-chargée de bicarbonate de soude, que je laissai reposer pendant plusieurs jours, de manière à laisser se précipiter au fond du vase la plus grande partie des corps légers, qui étaient en suspension. Je versai plusieurs fois la dissolution créosotée sur un filtre fait avec du papier Berzélius, pour achever de la débarrasser des corpuscules mobiles ; je la mis en contact avec du sucre de canne pur. Il ne se produisit aucune fermentation

dans cette liqueur, et après six mois de contact elle ne réduisit pas le réactif cupropotassique, tandis que les corpuscules recueillis sur le filtre Berzélius transformèrent promptement du sucre de canne pur en glucose. Une dissolution de bicarbonate de soude débarrassée des corpuscules mobiles n'a donc pas d'action sur le sucre de canne. Le carbonate de chaux pur et ne contenant pas de corpuscules mobiles n'en a pas davantage. La craie, qui n'est autre chose que du carbonate de chaux naturel, n'a pas plus d'action si on lui enlève par des lavages et décantages répétés les corpuscules mobiles découverts par M. Béchamp. Je fis cette expérience, et je constatai qu'une dissolution de sucre de canne mise en contact avec la craie ainsi préparée ne réduisit pas le réactif cupropotassique trois mois après la préparation; tandis que les corpuscules de cette même craie recueillis sur un filtre transformèrent promptement en glucose du sucre de canne pur. Je fis une autre expérience du même genre. Le 7 janvier 1867, je mis une dissolution créosotée de sucre de canne pur en contact avec de la craie pure aussi. Le 6 mai, la liqueur ne réduisit pas le réactif cupropotassique; le même jour elle fut mise en contact avec l'air extérieur, en ne fermant simplement qu'avec du papier le bocal qui la contenait. Le 15 juin, elle ne donna pas davantage de réduction, malgré le contact de l'air pendant trente-huit jours. Une goutte d'acide oxalique ajoutée à une portion de cette liqueur laissa cette dernière parfaitement limpide; il n'y avait donc pas trace de chaux en dissolution, par conséquent pas de formation d'acide. Le sucre de canne n'avait pas non plus disparu: j'ajoutai une goutte d'acide acétique à une petite portion de la liqueur; je portai à l'ébullition, puis j'ajoutai une goutte de potasse concentrée pour neutraliser l'acide. L'addition du réactif cupropotassique, sans chauffer de nouveau, donna une énorme réduction en rouge. La liqueur était donc exactement dans le même état que le 7 janvier. Le bicarbonate de soude, le carbonate de chaux artificiel ou naturel, n'ont donc pas d'action par eux-mêmes sur le sucre de canne.

Les corpuscules mobiles du bicarbonate de soude, d'après ce que je viens de dire, ne sont pas les granules les plus ténus du carbonate de chaux que contient comme impureté le bicarbonate de soude du commerce, ni des particules non dissoutes de cette dernière matière; d'ailleurs, chimiquement les corps non dissous n'ont pas d'action. Voici une expérience qui

prouve encore directement ce que je viens d'énoncer ; je la cite, bien qu'innutile pour la démonstration, parce qu'elle a donné un résultat qui démontre une fois de plus que les ferments organisés agissent différemment selon les milieux dans lesquels ils se trouvent. Je recueillis sur un filtre bien lavé à l'eau distillée, les corpuscules mobiles d'une dissolution de bicarbonate de soude faite aussi avec de l'eau distillée, sans me préoccuper de la présence de granules de carbonate de chaux ni de particules non dissoutes de bicarbonate de soude. Je versai sur le filtre de l'eau distillée additionnée d'acide chlorhydrique, jusqu'à ce que le liquide passât acide. Il est bien certain que les granules de carbonate de chaux et les particules non dissoutes de bicarbonate de soude, s'il s'en trouvait, avaient disparu. Je lavai le filtre avec de l'eau distillée, jusqu'à ce que le liquide passât neutre. J'observai au microscope ce qui restait sur le filtre. Les corpuscules du bicarbonate de soude seuls restaient, ayant conservé leur mouvement oscillatoire ; ils ne sont donc pas les granules les plus ténus du carbonate de chaux, etc. Je fis bouillir ensuite une dissolution créosotée de sucre de canne exempt de glucose dans un ballon clos par le tube à coton de MM. Schröder et Dusch, et après refroidissement convenable je mis en contact avec cette dissolution les corpuscules mobiles du bicarbonate de soude, qui avaient été soumis à l'action de l'acide chlorhydrique fort étendu d'eau. Ces derniers avaient conservé leur activité comme ferment, mais leur mode d'action était changé.

J'ai dit plus haut que dans un ballon hermétiquement clos, contenant une dissolution créosotée de sucre de canne et des corpuscules mobiles du bicarbonate de soude, le commencement de la fermentation avait précédé la transformation du sucre de canne en glucose, tandis que dans des ballons clos avec le tube à coton, la fermentation avait commencé par la transformation du sucre de canne. Dans l'expérience faite dans un ballon clos par le tube à coton et avec des corpuscules soumis à l'action de l'acide chlorhydrique, la liqueur, de neutre qu'elle était, devint acide avant la transformation du sucre de canne, comme dans la première expérience rapportée en commençant et faite dans un vase hermétiquement clos ; tandis que la fermentation a commencé par la transformation glucosique du sucre de canne lorsque l'expérience était faite dans des ballons clos par le tube à coton de MM. Schröder et Dusch. Dans un vase clos par le tube à coton, la liqueur en contact avec les

granules soumis à l'action de l'acide chlorhydrique et lavés avec de l'eau distillée, de neutre qu'elle était au commencement de l'expérience, était devenue acide dix jours après, et cependant elle ne réduisait pas encore le réactif cupropotassique ; ce n'est qu'après vingt jours de contact avec les granules mobiles qu'elle le réduisit. La seconde partie de la dissolution sus-citée créosotée dont je viens de parler, et qui avait été mise dans un ballon fermé aussi par le tube à coton, mais ne contenant pas de corpuscules mobiles, n'offrait aucune trace de formation acide ni de transformation du sucre de canne. Ici, comme dans l'expérience que j'ai rapportée en commençant, la transformation du sucre a eu lieu par une excrétion d'acide faite par les ferments.

Je fis une seconde préparation de corpuscules mobiles du bicarbonate de soude, que je soumis à l'action de l'acide chlorhydrique et que je lavai à l'eau distillée. Je les mis en contact avec une dissolution créosotée de sucre de canne, dans un vase hermétiquement clos. J'ajoutai à ce mélange 5 gram. de carbonate de chaux pur, préparé dans une dissolution bouillante et lavé avec de l'eau distillée, bouillante aussi. La liqueur était neutre, blanche et trouble. Dix jours après, elle était claire et ne réduisait pas le réactif cupropotassique ; la transformation du sucre n'avait donc pas encore eu lieu. J'ajoutai à un peu de cette liqueur filtrée une goutte d'oxalate d'ammoniaque, qui décela la chaux en la précipitant ; nouvelle preuve de la formation d'un acide qui avait dissous le carbonate de chaux. Quarante jours après cette épreuve, j'obtins exactement le même résultat. La présence de la chaux neutralisait les acides à mesure qu'ils se formaient, ce qui explique pourquoi la transformation du sucre n'avait pas lieu ; mais les ferments avaient conservé leur activité, puisqu'ils excrétaient un acide qui a dissous le carbonate de chaux. La formation d'un acide, dans cette expérience, ne peut venir que d'une excrétion¹ acide faite par les corpuscules mobiles du bicarbonate

¹ J'admets avec M. Béchamp que les fermentations par ferments organisés sont des actes physiologiques de nutrition : les produits de la fermentation sont donc le résultat d'une excrétion. Le fait de la dissolution du carbonate de chaux qui a empêché la saccharification du sucre de canne, c'est-à-dire, sa transformation en glucose, et la formation acide avant la transformation glucosique du sucre de canne de la première expérience rapportée au commencement de ce mémoire, viennent fortement à l'appui de l'opinion qui veut que les fer-

de soude, qui ne peuvent donc être que des ferments organisés, puisqu'ils sont insolubles, et qu'au point de vue chimique : *corpora non agunt nisi soluta*.

Le fait d'une formation d'un acide par des ferments organisés avant la transformation du sucre de canne, est jusqu'à présent un fait unique observé dans les phénomènes des fermentations par ferments organisés.

Les granules du carbonate de chaux, loin d'avoir une action, disparaissent : donc les corpuscules mobiles du bicarbonate de soude ne sont pas des granules de carbonate de chaux doués du mouvement Brownien.

La transformation du sucre de canne en glucose, dans les expériences que je viens de rapporter, n'est pas due aux poussières qui sont en suspension dans l'air, et qui seraient tombées accidentellement dans la dissolution de sucre pendant les opérations : le fait du bocal bouché simplement avec du papier et contenant une dissolution de sucre et de la craie pure, sans transformation de ce sucre après trente-huit jours, prouve ce que je viens d'avancer. Voici une autre expérience, plus concluante encore : Je partageai une dissolution créosotée de sucre de canne pur en cinq portions égales que je mis dans cinq ballons à ouverture semblable; je fis bouillir successivement ces dissolutions; je bouchai immédiatement, pendant que la liqueur était encore bouillante, deux de ces ballons; j'y introduisis, après refroidissement convenable, des granules mobiles de carbonate de soude, et bouchai hermétiquement et de suite un de ces ballons; je fermai l'autre avec le tube à coton; je laissai ensuite les trois autres ouverts pendant vingt-quatre heures, et les fermai hermétiquement sans y rien introduire. Six jours après ces expériences, la liqueur contenue dans le premier ballon était devenue acide, de neutre qu'elle était, et ne réduisait pas encore le réactif cupropotassique; la liqueur du second ballon le réduisit fortement en rouge. Les liqueurs des trois autres ballons n'étaient pas acides et ne donnèrent aucune trace de réduction, vingt jours après leur introduction dans ces ballons. La liqueur du premier bocal en donna alors une énorme.

En faisant mes expériences, dont le nombre dépasse cent, je laisse toujours

mentations soient des actes de nutrition. M. Béchamp développa ainsi des idées autrefois émises par M. Dumas.

ce que j'appelle un témoin, c'est-à-dire une portion créosotée simplement de la dissolution sucrée que je mets en contact avec les ferments ; il ne m'est jamais arrivé de trouver altérée, même après un temps très-long, cette dissolution portée préalablement à l'ébullition et contenant seulement quelques gouttes de créosote. Il ne faut donc pas attacher trop d'importance aux poussières en suspension dans l'atmosphère, lorsqu'il s'agit d'action prompte et énergique, comme dans le cas qui nous occupe.

Si, après avoir introduit les corpuscules mobiles du bicarbonate de soude dans la dissolution de sucre de canne, on porte cette liqueur à une température de 100 degrés, la transformation du sucre n'a pas lieu. Les corpuscules perdent donc leur activité comme ferments à cette température, qui cependant ne change pas de nature le carbonate de chaux qui pourrait être resté avec les corpuscules, et par conséquent ne lui ôterait pas son activité comme ferment, s'il en avait une.

Il résulte de ce qui précède que, dans les expériences que je viens de rapporter, la transformation du sucre de canne en glucose est bien due aux corpuscules mobiles que portent le bicarbonate de soude et la craie.

L'action de l'acide chlorhydrique étendu d'eau, ainsi que nous l'avons dit plus haut, n'enlève pas aux corpuscules mobiles du bicarbonate de soude leur activité comme ferments ; mais leur contact avec une dissolution concentrée de potasse la leur enlève comme la température de 100 degrés. Ils cessent d'osciller après quatre ou cinq minutes de contact avec la dissolution de potasse, et si on les met dans de l'eau distillée, après un séjour de vingt-quatre heures dans cette dissolution ils reprennent leur mouvement oscillatoire.

L'acide chlorhydrique étendu au millième, ainsi que je l'ai dit plus haut, change le mode d'action et les produits des ferments organisés du bicarbonate de soude. Je crois devoir attirer sur ce fait l'attention des physiologistes qui sont partisans de l'opinion qui admet que l'acte de la digestion est produit par des ferments. Le docteur Trousseau (*Clinique médicale*, de la *Dyspepsie*) dit qu'il guérit les malades atteints de dyspepsie acide, à l'aide de mixture d'acide chlorhydrique à la dose de une, puis deux, puis trois gouttes d'acide chlorhydrique dans un verre d'eau, pris après chaque repas, et qu'il tient ce traitement d'un touriste anglais qui n'en connaissait

ni la cause ni le mode d'action ; il déclare en outre qu'il n'en sait pas précisément davantage lui-même ; toutefois il cherche à donner une explication du phénomène : « En présence de ces résultats, dit-il, j'ai cherché, moi aussi, à fonder ma petite théorie. Je me suis dit : au moment de la digestion, l'estomac contient une certaine quantité d'acide lactique, d'acide phosphorique et d'acide chlorhydrique : serait-ce parce que je fournis au suc gastrique l'équivalent d'acide qui lui manque, que ma médication réussit ? »

Je demande, moi, si l'acide chlorhydrique fort étendu d'eau n'agit pas sur les ferments de l'estomac et de la bouche, de la même manière qu'il agit sur les ferments organisés du bicarbonate de soude, en changeant leur mode d'action et leurs produits.

LES CORPUSCULES MOBILES DU BICARBONATE DE SOUDE SONT DES FERMENTS
PRODUCTEURS D'ALCOOL.

La première expérience en vase clos hermétiquement eut lieu le 4 août 1866. Le 26 février 1867, la liqueur après avoir été filtrée fut distillée. Le produit liquide de la distillation était plus dense que l'eau, et cependant il contenait de l'alcool ; fortement acide, il fut additionné d'une dissolution de carbonate de soude pur jusqu'à saturation des acides, et distillé de nouveau ; l'aréomètre marqua 0°. La première partie du produit d'une troisième distillation ayant été mise dans une éprouvette avec un excès de carbonate de potasse pur, par l'ébullition on put enflammer la vapeur, et une forte flamme bleue, peu éclairante, caractéristique de la flamme de l'alcool, se produisit à l'extrémité supérieure de l'éprouvette. Le résidu des deux premières distillations offrait un état légèrement acide, ce qui annonçait la présence d'un acide fixe.

On fit évaporer la seconde partie du produit de la troisième distillation dont il vient d'être parlé. Le sel de soude résidu de l'évaporation fut distillé avec un léger excès d'acide phosphorique, de façon à dégager les acides volatils : il n'y avait pas d'acide butyrique. Une odeur caractéristique indiqua que l'on avait de l'acide acétique. On a eu soin de ne distiller du liquide que les dix onzièmes qui devaient renfermer tous les acides volatils. La liqueur

acide obtenue a exigé trois centimètres cubes d'une dissolution de potasse titrée à 47/1000, ce qui d'après la formule $Q = \frac{6n}{100}$ donne 0^{gr},18 d'acide acétique (q = la quantité ; n = le nombre de centimètres cubes de la dissolution alcaline).

Les ferments du bicarbonate de soude en contact avec la dissolution de sucre de canne indiquée plus haut, ont donc produit de l'alcool et de l'acide acétique en quantité très-appreciable, après six mois de fermentation.

ACTION SUR L'EMPOIS DE FÉCULE.

Le 4 août 1866, on prépara avec de l'eau distillée de l'empois de fécule qui fut partagé en trois parties. Deux des parts furent créosotées ; la troisième ne le fut pas. On mit dans un bocal une des portions d'empois créosoté en contact avec ce qui restait de corpuscules mobiles venant de la dissolution de six kilogrammes de bicarbonate de soude dont j'ai parlé au commencement. La deuxième portion d'empois créosoté fut mise dans un vase pareil au premier. Il en fut de même pour la troisième part d'empois non créosoté et abandonné à lui-même. Les trois ballons étaient fermés hermétiquement.

Le troisième jour, l'empois de fécule en contact avec les corpuscules mobiles offrait déjà des traces certaines de liquéfaction ; si on avait renversé le vase, l'empois aurait coulé. L'empois qui avait été créosoté seulement était resté complètement dans l'état où il était le premier jour ; celui qui n'avait pas été créosoté avait subi un ramollissement, mais ne commençait pas encore à se liquéfier. Le huitième jour, l'empois créosoté en contact avec les corpuscules mobiles du bicarbonate de soude était complètement liquéfié ; celui qui avait été créosoté seulement était intact, et la loupe ne laissait pas voir trace de moisissures. L'empois liquéfié ne contenait ni mycélium, ni vibrions, ni bactéries. Le microscope ne montrait que les corpuscules mobiles que j'y avais mis ; l'empois qui n'avait pas été créosoté était couvert de moisissures et incomplètement liquéfié : il contenait beaucoup de vibrions et de bactéries.

Trente jours après ces expériences, la fécule rendue soluble en contact

avec les corpuscules mobiles du bicarbonate de soude était transformée en glucose, en très-grande partie du moins.

ACTION SUR LA GÉLATINE.

M. Béchamp (*Mémoires sur les Générations spontanées*) avait démontré que la gelée de gélatine exposée à l'air se fluidifiait par suite du développement de granulations moléculaires et de vibrions ; que la même gelée créosotée se conservait indéfiniment. J'ai voulu m'assurer si les corpuscules mobiles du bicarbonate de soude étaient capables de liquéfier la même gelée. Des expériences furent donc faites avec de la gelée de gélatine blanche et pure que je fis bouillir dans de l'eau distillée créosotée ; je mis en contact avec elle des corpuscules mobiles du bicarbonate de soude dans un vase clos hermétiquement. Je mis dans un autre vase disposé de la même manière une portion de la même gelée, que je créosotai seulement ; je fis bouillir aussi une dissolution de gélatine créosotée dans deux ballons en verre fermés par le tube à coton. Dans l'un, après refroidissement convenable, j'introduisis des corpuscules mobiles du bicarbonate de soude. J'abandonnai à lui-même l'autre, qui contenait la seconde moitié de la dissolution de gélatine créosotée seulement. En peu de jours, les gelées en contact avec les corpuscules mobiles étaient liquéfiées sans retour, sans qu'une basse température les fit coaguler de nouveau ; celles qui n'avaient été que créosotées étaient encore intactes. Les premières, examinées au microscope, ne contenaient ni mycélium, ni vibrions, ni bactéries. Deux mois après ces expériences, la gelée qui n'avait été que créosotée était encore intacte et sans altération de couleur.

Toutes ces expériences ont été répétées pendant six mois, et les mêmes résultats ont été obtenus.

NATURE DES CORPUSCULES MOBILES DU BICARBONATE DE SOUDE.

M. Béchamp, dans une des séances de l'Académie des sciences de Paris, en 1866, a annoncé la découverte qu'il a faite de ferments dans la craie. Ces ferments, sous forme aussi de corpuscules mobiles, mais de beaucoup

plus petits que ceux du bicarbonate de soude, avaient été tirés d'un morceau de craie extrait de l'intérieur d'un bloc de même matière, qui lui-même avait été pris à 50 mètres au-dessous du sol; ce qui fit dire à M. Béchamp que ces ferments organisés étaient probablement très-vieux. Les ferments du bicarbonate de soude sont, au contraire, très-jeunes, et ne peuvent venir que de l'atmosphère; en voici la preuve: on prépare le sous-carbonate de soude avec la soude artificielle, qui se prépare elle-même en introduisant dans un four dont la température est au-dessus du rouge cerise un mélange pulvérulent de certaines matières, qui n'est retiré du four que lorsqu'il est pâteux, presque en fusion. Puis on transforme la matière en carbonate de soude cristallisé, qui est, à son tour, transformé en bicarbonate par l'action de l'acide carbonique. Il n'est pas supposable que des ferments vivant d'une vie qui leur est propre, qu'une matière organique, aient résisté à la température du rouge cerise et à l'action de l'acide carbonique pendant la fabrication du bicarbonate de soude. Ces ferments sont insolubles, même dans une dissolution concentrée de potasse; ce ne sont donc pas des animaux. De plus, ils agissent comme ferments; on ne connaît pas de matière minérale soluble ou insoluble qui agisse ainsi. De l'ensemble de ces preuves, il résulte que ces corpuscules sont des cellules végétales qui étaient en suspension dans l'atmosphère, et qui ont trouvé dans le bicarbonate de soude un milieu qui convenait à leur conservation. Ils ne peuvent venir que de l'atmosphère, où il y a par conséquent en suspension des germes déjà développés qui expliquent l'apparition de productions végétales dans des milieux où leur présence étonne au premier aspect, apparition que les hétérogénistes croient ne pouvoir s'expliquer que par la génération spontanée. L'existence partout de germes si nombreux dispense d'avoir recours à cet étrange phénomène, pour comprendre l'apparition d'animaux ou de végétaux microscopiques dans certains milieux. Si l'idée que les germes ou végétaux du bicarbonate de soude viennent de l'atmosphère, était rejetée, il faudrait alors admettre la formation, la création spontanée de la matière organique dans le bicarbonate de soude après sa fabrication, car, je le répète, la matière organique n'a pu résister à la température de 900° à 1000°, par laquelle elle a dû passer dans la fabrication du bicarbonate de soude.

CONCLUSION.

De toutes ces expériences, il résulte que les corpuscules mobiles du bicarbonate de soude sont des ferments qui vivent et se nourrissent différemment selon le milieu dans lequel ils se trouvent. S'ils sont, dans un vase clos hermétiquement où l'air ne se renouvelle pas, en contact avec une dissolution de sucre de canne, la fermentation commence par une production acide avant la transformation de ce sucre en glucose. Le ferment a donc consommé directement le sucre de canne, et s'en est nourri ; il en est résulté une excrétion acide qui a transformé le sucre en glucose. Si les corpuscules mobiles du bicarbonate de soude sont en contact avec le sucre de canne dans des ballons en verre fermés par le tube à coton où l'air suffisamment tamisé se renouvelle, le commencement de la fermentation a lieu par la transformation du sucre de canne en glucose. Le résultat de la fermentation en vase clos est la formation d'alcool et d'acide acétique, entre autres produits. Ces ferments, soumis à l'action de l'acide chlorhydrique fort étendu d'eau, conservent leur activité ; mais, bien qu'en contact avec une dissolution de sucre de canne pur dans un vase clos avec le tube à coton, la formation acide précède la transformation du sucre de canne. L'excrétion acide par ces ferments est démontrée par l'autre expérience du même genre, où l'on avait ajouté à la dissolution sucrée et créosotée 5 gram. de carbonate de chaux qui ont été dissous sans que la transformation du sucre ait eu lieu quarante jours après le commencement de l'expérience. Ces mêmes ferments ont aussi une action sur la gélatine, liquéfient et saccharifient l'empois de fécule. Ce sont des végétaux qui indiquent par leur présence dans une matière qui a subi une température de 90° au moins, qu'ils ne peuvent venir que de l'atmosphère, où par conséquent se trouvent en suspension des germes déjà développés qui expliquent l'apparition de végétaux dans des milieux où leur présence peut paraître étonnante. Si les corpuscules mobiles du bicarbonate de soude, qui sont des végétaux, ne venaient pas de l'atmosphère, il faudrait admettre que la matière organique s'est créée subitement elle-même dans le bicarbonate de soude, après sa fabrication.

NOTICE BIOGRAPHIQUE

SUR

M. WESTPHAL-CASTELNAU,

TRÉSORIER DE L'ACADÉMIE,

Par M. Charles MARTINS.



L'année dernière, l'Académie a encore perdu l'un de ses fondateurs, l'un des hommes qui ont le plus contribué à sa prospérité : M. WESTPHAL-CASTELNAU, trésorier, depuis 1847, de notre Compagnie, est mort le 11 avril 1867.

Le père de M. Westphal était d'une famille de magistrats, originaire du Brandebourg : il avait fondé à Hambourg un important établissement commercial. Notre confrère naquit dans cette ville le 4 novembre 1801. Son goût pour l'Histoire naturelle en général et les Reptiles en particulier, se manifesta dès l'enfance. Son père lui ayant fait cadeau d'une brillante collection de Papillons, il la vendit pour acheter des Serpents. Mais né dans une ville où l'intelligence et l'activité de l'immense majorité des citoyens se tournent vers les affaires, il suivit le courant général et devint négociant, sans cesser d'être naturaliste. Après avoir voyagé pendant quelque temps pour achever son éducation commerciale, diverses circonstances l'amènèrent à Montpellier, il s'y établit en 1828, et devint l'associé d'une maison de commerce qui compte parmi les plus importantes du Languedoc ; peu de temps après, son mariage

avec Mademoiselle Castelnau le faisait entrer dans l'une des familles les plus considérées du pays. En 1835 il fut nommé Consul des villes Anséatiques, pour Montpellier et Cette, et devint un des fondateurs de l'Académie en 1847. Nommé immédiatement trésorier, il a pendant vingt ans administré les modestes finances de l'Académie avec un ordre et une économie qui ont rendu possible la publication de 14 volumes in-4°, ornés de Planches, que nul Éditeur n'aurait pu établir au même prix. Grâce à son zèle, à sa bonne grâce et à son ordre parfait, ces volumes, paraissant chaque année à époque fixe, nous ont permis d'échanger nos Mémoires avec ceux des premières Académies de l'Europe, et de fonder une Bibliothèque où les Sociétés savantes de tous les pays civilisés ont leurs représentants. En l'appelant, en 1866, à la Présidence de la Section des sciences, celle-ci lui témoignait toute sa reconnaissance pour ses longs services. Westphal avait d'autres titres à cet honneur ; ses occupations commerciales ne l'avaient point détourné de ses études erpétologiques. Sa collection, commencée depuis longtemps, s'augmentait sans cesse, soit par l'échange des animaux qu'il recueillait lui-même, soit par des acquisitions directes ; aussi est-elle depuis longtemps la plus considérable qu'un particulier ait créée en Europe. Non-seulement les animaux étaient admirablement conservés dans l'alcool et placés de manière à ce que leurs organes les plus importants fussent en évidence, mais il avait fait lui-même un grand nombre de préparations anatomiques destinées à démontrer les particularités de structure des différents genres de la classe des Reptiles. Tous les individus étaient déterminés avec un soin scrupuleux.

Dans ses voyages, Westphal emportait les espèces douteuses pour les comparer à celles des Musées, et il était en correspondance et en relations d'échange avec MM. Duméril et Guérin-Menneville de Paris, les professeurs Lichtenstein et Peters de Berlin, le prince de Neuwied, le comte de Solms-Laubach, le Dr Alfred Dugès au Mexique et le professeur Jan de Milan, auquel il communiqua tous les individus intéressants de sa collection, pour sa grande publication sur les Ophidiens. La collection de Westphal-Castelnau a donc une véritable valeur scientifique. Nous avons dit qu'elle était nombreuse ; en effet, le fils du défunt, M. Alfred Westphal-Castelnau, résumant le catalogue de toutes les espèces nommées et classées par son père, en trouve 560 représentées par 1 152 individus, et réparties parmi les différents ordres dans les proportions

suivantes : Chéloniens 46 ; Sauriens 182 ; Ophidiens 240 ; Batraciens 92. Toutes les personnes qui savent quel soin incessant réclament les animaux conservés dans l'alcool, s'étonneront que M. Westphal ait pu trouver, malgré ses occupations professionnelles et les heures qu'il aimait à consacrer à sa famille et à ses amis, le temps nécessaire pour former et étudier cette collection. La longue connaissance et la comparaison de ces êtres, si divers en apparence, si semblables en réalité, avait été pour lui l'occasion d'une foule de remarques intéressantes et lui avait suggéré des observations qu'un savant de profession se fût empressé de publier. Regrettons qu'il ne l'ait pas fait, tout en respectant profondément un sentiment de modestie exagérée et une délicatesse de conscience qui lui défendaient de dérober une parcelle du temps qu'il croyait devoir consacrer tout entier au bien-être moral et matériel de ceux qui l'entouraient.

Le peu qu'il a écrit fait regretter qu'un scrupule exagéré ait privé sa science favorite d'observations dont elle se fût enrichie. Ainsi, l'on admettait généralement que la carapace des Chéloniens était formée par l'élargissement des côtes, et le plastron par celui du sternum. Westphal montra, dans une note publiée en 1851, qu'il n'en est pas ainsi. Étudiant de très-jeunes individus de *Testudo græca*, *T. mauritanica* et *T. marginata*, il vit qu'au sortir de l'œuf le squelette de la jeune Tortue est complètement libre et indépendant des plaques qui recouvrent la peau du jeune animal. L'épine dorsale, les côtes et le sternum n'ont aucune adhérence avec les plaques ; mais plus tard des points osseux se développent dans la membrane qui les porte, ces points osseux s'élargissent et se soudent peu à peu avec les parties sous-cutanées du squelette, savoir : les apophyses épineuses des vertèbres, la portion convexe des côtes et le sternum. Les parties qui s'ossifient les dernières se trouvent entre les extrémités des côtes. Chez les Tortues marines, ces parties ne s'ossifient même jamais.

Une exposition d'Histoire naturelle ayant eu lieu à l'occasion du Concours régional réuni en 1860 à Montpellier, Westphal y fit figurer tous les animaux du département appartenant à la classe des Reptiles. Une notice explicative faisait ressortir ce fait, que tous sont utiles à l'homme ou au moins parfaitement innocents. Dans cette notice, il combat ce préjugé absurde qui frappe d'ostracisme tous ces animaux, les uns parce que le vulgaire les trouve laids

et dégoûtants, les autres parce qu'il les croit dangereux. En mettant à mort les Couleuvres, les Orvets, les Crapauds, les Lézards, les Salamandres, les Grenouilles, l'horticulteur et l'agriculteur tuent des auxiliaires utiles, que la nature oppose aux ennemis réels des végétaux : la plupart des Insectes, les Rats des champs, les Fourmis, les Colimaçons, etc.

Westphal était un observateur : il suivait avec un intérêt passionné toutes les manifestations de la vie animale, et sa modestie nous a privés d'une foule de détails sur les mœurs des Reptiles, que d'autres moins attentifs ou moins patients ne reverront peut-être pas de longtemps. J'ai sous les yeux un Journal manuscrit, sur l'évolution du Lézard ocellé dans l'œuf, suivie du 2 juin au 8 septembre 1849, avec des dessins qui montrent les diverses transformations de l'animal ; seize œufs furent ouverts à différentes époques, et dans le dernier paragraphe l'auteur décrit les phénomènes de la rupture spontanée de la coquille au moment de la sortie du petit.

Les amateurs, a dit Goethe, ont une grande part dans les progrès de l'Histoire naturelle. Westphal était un de ces amateurs, comme sir Joseph Banks, comme Benjamin Delessert, Michelin, ou Bowerbank ; il a consacré tous les instants de loisir dont il pouvait disposer à sa science de prédilection, il l'a servie en réunissant une belle collection, mise généreusement à la disposition des travailleurs pour leurs recherches, des professeurs de Montpellier pour leur enseignement. Son souvenir ne se perpétuera pas uniquement dans sa famille et dans le cercle si nombreux de ses amis, mais aussi parmi les naturalistes qui l'ont connu et apprécié. Si je me suis borné, dans cette courte Notice, à parler de l'Académicien et du savant, c'est que l'éloge de l'homme privé, de son caractère, de ses vertus, de son obligeance, de sa bonté, est dans toutes les bouches, et restera gravé dans tous les cœurs.

RÉSUMÉ

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

PENDANT L'ANNÉE 1867;

Par M. Édouard ROCHE.

La température moyenne de l'année a été 14°,7, par conséquent égale à la moyenne des onze ans 1857-1867.

ANNÉES.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE.			TEMPÉRATURE moyenne.
	8 h. du matin.	Midi.	4 h. du soir.	
1857	757,2	757,0	756,5	14,1
1858	57,0	56,6	56,0	14,5
1859	57,5	57,2	56,5	15,1
1860	55,8	55,6	55,0	15,5
1861	57,6	57,4	56,7	15,0
1862	56,8	56,6	55,9	15,0
1863	58,5	58,2	57,5	15,5
1864	56,6	56,5	55,6	14,6
1865	57,4	57,2	56,6	14,9
1866	57,8	57,5	56,8	15,2
1867	»	»	»	14,7
Moyenne.	757,2	757,0	756,5	14,7

Voici, d'après nos onze années d'observations, les moyennes mensuelles de la température.

MOIS.	BAROMÈTRE à midi.	TEMPÉRATURE		
		Maxima.	Minima.	Moyenne.
Janvier....	738,9	9,4	2,5	6,0
Février....	738,0	11,2	3,5	7,4
Mars.....	734,5	14,5	5,7	10,0
Avril.....	736,1	19,4	9,0	14,2
Mai.....	735,5	23,1	12,4	17,7
Juin.....	736,7	27,4	16,0	21,7
Juillet....	737,1	30,5	18,4	24,5
Août.....	736,8	29,0	17,8	23,4
Septembre.	737,8	25,1	14,9	20,0
Octobre...	736,5	19,4	11,4	15,4
Novembre..	736,5	13,5	6,5	9,8
Décembre..	739,5	10,0	3,2	6,6
Moyenne.	737,0	19,3	10,1	14,7

La plus grande hauteur barométrique en 1867 a été 770^{mm},1, le 2 février, à 8 heures du matin ; la plus petite, 740^{mm},8, a eu lieu, comme l'année dernière, le 19 mars, à 4 heures du soir. — Les hauteurs extrêmes observées depuis onze ans sont : 774^{mm},2, le 10 janvier 1859, à 4 heures du soir, et 732^{mm},0, le 19 mars 1866, à 11 heures du matin.

La hauteur moyenne du baromètre est 737^{mm},0, à notre altitude 58^m,7, ce qui donne 762^{mm},6 au niveau de la Méditerranée. Il reste à tenir compte de la correction de l'instrument, qui est négative, et d'environ 0^{mm},4 ; d'où 762^{mm},2, pour la moyenne hauteur barométrique, à midi, réduite au niveau de la mer.

Comparons la température des diverses saisons. L'hiver de cette année a été très-doux ; c'est le plus chaud de notre série, à cause de la température exceptionnelle du mois de décembre 1866, et surtout du mois de février

1867. — Le printemps a été aussi un peu au-dessus de la moyenne. — Du 23 au 26 mai, on a constaté un abaissement très-notable de la température. — Les derniers mois sont restés en dessous : octobre et décembre ont été froids, particulièrement les premiers jours d'octobre, le commencement et la fin de décembre.

ANNÉES.	TEMPÉRATURE MOYENNE.			
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
1857	5,8	12,5	22,8	15,4
1858	5,6	14,0	23,5	15,2
1859	6,8	14,5	24,5	15,8
1860	5,2	12,5	21,4	14,5
1861	6,7	14,1	25,1	15,6
1862	7,2	15,4	22,5	14,9
1863	7,4	14,7	24,1	15,1
1864	5,5	15,0	25,7	14,6
1865	6,4	15,1	25,9	16,2
1866	8,5	15,8	25,0	14,5
1867	8,9	14,6	22,9	14,1
Moyenne.	6,7	14,0	25,2	15,1

Il y a eu dans l'année 51 jours de gelée. La plus basse température, —6°, a eu lieu le 31 décembre au matin ; c'est le jour le plus froid, sa température moyenne a été —5°,2. La température moyenne a encore été au-dessous de zéro le 15 et le 17 janvier, le 9 et le 10 décembre.

Le thermomètre est monté 57 fois au-dessus de zéro, savoir : 8 fois en juin, 16 fois en juillet, 8 en août et 5 en septembre. L'été a été long ; cependant, sauf le mois de juin, on peut dire qu'il n'a pas été chaud, parce que le thermomètre n'est jamais monté bien haut.

La température la plus élevée a été 34°,5 le 13 juin. Les jours les plus chauds sont les 22 et 25 juillet. — La température moyenne a dépassé 25° le 15 juin, les 17, 18, 22, 23, 24, 26 et 27 juillet, les 1 et 16 août.

Les températures extrêmes observées depuis onze ans à la Faculté des sciences, sont : pour le minimum, — 9°,3 le 5 janvier 1864 au matin ; pour le maximum, 39° le 15 juillet 1859, et 40° le 5 du même mois à 4 heures du soir ; mais cette dernière température fut tout à fait exceptionnelle.

ANNÉES.	JOURS de gelée.	JOURS au-dessus de 30°.	JOURS de neige.	JOURS d'orage.
1857	32	31	3	15
1858	32	46	1	11
1859	28	50	1	15
1860	27	17	4	9
1861	18	40	1	9
1862	15	27	0	14
1863	6	52	1	14
1864	32	52	3	6
1865	24	44	2	8
1866	5	33	0	15
1867	31	37	5	8
Moyenne.	23	39	2	11

On a compté, en 1867, 156 jours où le ciel a été beau, 119 nuageux et 90 couverts. Le nombre des jours où il a plu a été de 75. Il n'y a eu que 50 jours absolument pluvieux, savoir : 24 dans le premier trimestre, 9 dans le second, 6 dans le troisième et 11 dans le quatrième.

C'est l'année la plus sèche que nous ayons eue depuis 1859. La quantité de pluie obtenue à l'École normale d'instituteurs a été 0^m,525, dont la moitié est tombée dans les trois premiers mois de l'année. — Les autres mois ont été secs, et surtout juin, septembre et décembre. En juillet et août, il n'y a eu guère que des pluies d'orages. Il n'a pas plu en décembre ; la seule eau recueillie provient de la neige du 9 décembre. — La pluie la plus forte a été celle du 14 février, qui a donné 90 millimètres d'eau.

Les pluies diluviennes ou torrentielles, c'est-à-dire donnant en peu

d'heures une énorme quantité d'eau, ne sont pas rares à Montpellier. Telle fut celle du 11 octobre 1862, où il tomba 22 centimètres d'eau en six heures environ. La pluie du 15 décembre 1768 donna aussi 225 millimètres. Il en tomba à peu près autant pendant l'orage du 2 octobre 1864. En 24 heures, le 15 novembre 1766, il tomba 595^{mm}, et en trois jours, du 14 au 17 de ce mois, 54 centimètres.

ANNÉES.	NOMBRE DES JOURS			JOURS de pluie.	PLUIE en millimèt.
	Beaux.	Nuageux.	Couverts.		
1857	161	98	406	92	1247
1858	196	99	70	77	643
1859	173	110	80	75	306
1860	148	128	90	90	1006
1861	189	97	79	68	842
1862	176	110	79	86	1299
1865	195	95	75	78	855
1864	172	103	89	98	1057
1865	146	154	85	89	719
1866	139	108	118	94	843
1867	136	119	90	75	822
Moyenne.	168	109	87	84	865

Notre moyenne de 84 jours de pluie diffère à peine de celle (82) que Poitevin a conclue de trente-deux années d'observation à Montpellier. La quantité moyenne d'eau de ces trente-deux ans fut 0^m,765. Nos observations de 1857-1867 donnent 0^m,865, nombre bien plus considérable. La différence tient en partie à ce que, dans ces onze ans, il s'est rencontré accidentellement plus d'années pluvieuses que d'années sèches; les années 1857 et 1862 ayant été exceptionnelles sous ce rapport.

Rappelons ici que nous avons compté comme jours de pluie tous ceux où il a plu, quelque petite que soit la quantité d'eau, pourvu qu'elle ait été

appréciable au pluviomètre. Une légère bruine, une averse passagère, peut faire donner cette désignation à une journée, quoique l'état du ciel ait été presque toujours serein. Nous suivons ici l'exemple de Poitevin ; et cela explique pourquoi, dans le tableau, le nombre des jours de pluie surpasse quelquefois celui des jours couverts. Quant aux jours qui donnent une quantité d'eau notable au point de vue de l'agriculture, il nous semble préférable de les désigner sous le nom de *pluvieux*. Le nombre de ces jours réellement pluvieux est notablement inférieur à celui des jours notés comme *jours de pluie*. Il ne dépasse guère, en moyenne, 50 par an.

ANNÉES.	JOURS DE PLUIE.			
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
1857	27	25	11	53
1858	26	18	8	27
1859	18	24	40	18
1860	25	18	14	30
1861	29	17	9	18
1862	18	24	12	32
1863	17	26	9	26
1864	25	19	11	34
1865	32	29	15	21
1866	25	32	14	22
1867	29	25	13	16
Moyenne.	25	25	11	25

Suivant l'usage des météorologistes, nous formons l'hiver des mois de décembre, janvier et février, et ainsi de suite. Pour l'hiver de 1857, les nombres relatifs au mois de décembre 1856 ont été empruntés à mes propres observations, faites en dehors de la Faculté des sciences.

On voit combien est variable la répartition des jours de pluie suivant les saisons. Poitevin en comptait 23 en hiver, 25 au printemps, 14 en été et 21 en automne. La répartition des quantités de pluie est encore plus irrégulière.

Quelquefois un mois entier ne donne pas une goutte d'eau. L'été, et notamment le mois de juillet, en donne toujours très-peu. Les grandes pluies arrivent indifféremment au printemps, en automne ou au commencement de l'hiver.

ANNÉES.	QUANTITÉ DE PLUIE.			
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
1857	334	407	57	749
1858	233	433	41	272
1859	97	452	85	158
1860	283	438	86	449
1861	309	242	71	235
1862	424	472	160	797
1863	163	484	146	398
1864	430	434	41	433
1865	353	483	87	563
1866	492	460	184	222
1867	302	436	443	99
Moyenne.	229	461	97	384

Les vents du Nord ont été, cette année, plus fréquents que les vents du Sud, dans le rapport de 9 à 4 ; les vents d'Est, plus fréquents que les vents d'Ouest, dans le rapport de 3 à 2.

Il a fait de très-grands vents du Nord-Ouest les 4, 5 et 6 avril, — des vents du Nord les 24 et 25 septembre, — et d'Ouest-Nord-Ouest du 2 au 8 décembre ; ces derniers accompagnés de froid, et suivis le 9 d'une chute de neige assez abondante.

Il est tombé de la neige le 13 janvier, le 14 et le 15 janvier, le 18 janvier, le 2 mars et le 9 décembre. — Il a fait huit orages, aucun n'a été considérable.

TABLEAU RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS FAITES EN 1867.

1867.	TEMPÉRATURE.			NOMBRE DES JOURS où le ciel a été généralement			JOURS de pluie.	PLUIE en millimèt.
	Maxima.	Minima.	Moyenne.	Beau.	Nuageux.	Couvert.		
Janvier...	9,5	3,6	6,5	7	10	14	12	69
Février...	15,0	6,4	10,7	13	6	9	10	99
Mars.....	15,5	7,0	11,1	5	14	14	15	90
Avril.....	20,5	10,1	15,5	11	15	6	5	9
Mai.....	22,7	11,9	17,5	10	14	7	7	57
Juin.....	28,5	16,5	22,5	15	9	6	6	8
Juillet....	30,2	16,9	25,6	17	10	4	4	59
Août.....	28,9	16,6	22,7	19	9	5	5	46
Septembre.	26,4	15,2	19,8	12	11	7	5	6
Octobre...	17,9	9,4	15,6	15	8	10	9	72
Novembre..	15,8	4,2	9,0	18	6	6	4	21
Décembre..	8,7	1,2	5,0	18	9	4	1	6
Moy. de l'année.	19,7	9,7	14,7					
TOTAL.				156	119	90	75	522



SUR L'ANCIENNE EXISTENCE
DURANT LA PÉRIODE QUATERNAIRE
D'UN GLACIER DE SECOND ORDRE

Occupant le cirque de la vallée de Palhères,

DANS LA PARTIE ORIENTALE DU MASSIF GRANITIQUE DE LA LOZÈRE,

Par M. Ch. MARTINS.



On admet généralement aujourd'hui qu'à la fin de la période quaternaire, les glaciers des Alpes et des Pyrénées sont descendus dans les vallées dont ils occupent actuellement les parties supérieures, les ont entièrement remplies et se sont même étendus dans les plaines voisines. On a reconnu en outre que les Vosges et le Jura, dépourvus actuellement de glaciers, en possédaient à cette époque : quoique moins étendus, ils y ont laissé des traces évidentes d'un séjour prolongé. Mais personne jusqu'ici n'a signalé d'une manière certaine et décrit avec détail des traces glaciaires dans les Puys de l'Auvergne et du Vivarais, la chaîne des Cévennes ou le massif de la Lozère.

Pour expliquer cette anomalie, on disait que les altitudes des sommets, toutes inférieures à 4,800 mètres, combinées avec la latitude plus méridionale de ces montagnes, n'avaient pas permis aux anciens glaciers de s'y établir d'une manière permanente ; on ajoutait que les blocs erratiques provenant de certaines régions granitiques de l'Auvergne, de la Lozère et des Cévennes, avaient dû disparaître complètement, la roche facilement désagrégable devant être depuis longtemps réduite à l'état de sable par l'action séculaire des agents atmosphériques, et nous enlever ainsi la preuve la plus palpable de la présence des glaciers quaternaires. Dans les régions volcaniques de la France centrale, les coulées de laves et les accumulations de scories, de rapilli et de tufs volcaniques pouvaient également masquer les traces des phénomènes glaciaires probablement antérieurs à la période d'activité des cratères de l'Auvergne et du Vivarais.

Cette lacune entre les Vosges d'un côté et les Pyrénées de l'autre, me préoccupait depuis longtemps, et, en étudiant la carte de l'État-Major, je pensais que, s'il y a eu des glaciers quaternaires dans le centre de la France, on devait trouver les traces de l'un d'eux dans la partie orientale du massif granitique de la Lozère, au haut de la vallée de Palhères, qui s'ouvre près de Villefort. Dirigée du S.-S.-O. au N.-N.-E., elle s'élargit supérieurement en un vaste cirque dominé par une crête sinueuse, dont les points culminants sont compris entre 1535 et 1683^m, hauteur du signal de Malpertus, l'un des sommets les plus élevés de la Lozère. Le fond et les contre-forts de la vallée sont formés de micaschiste brun, tandis que les sommets qui la dominent au N. et à l'O., se composent d'un granite blanc réfractaire aux agents atmosphériques, bien différent en cela des granites décomposés, à grands cristaux de feldspath orthose, que traverse le Lot au nord du massif, entre Bagnols et Nojaret. La vallée de Palhères, telle qu'elle est figurée sur les cartes ¹, me paraissait donc réunir toutes les conditions favorables à l'établissement d'un glacier permanent. Je résolus de l'explorer; mon espoir ne fut pas trompé. Après avoir traversé les vingt-deux tunnels du chemin de fer entre Alais et Villefort, je pénétrai dans la vallée.

Déjà dans la gorge, en aval du village de Palhères, je remarquai des blocs granitiques monstrueux : l'un d'eux, parfaitement anguleux, avait 6^m,70 de long, 5^m,10 de haut et 5^m,20 de large; un autre mesurait 7 mètres de long, mais tous étaient dans le torrent, ou à 5 ou 6 mètres au-dessus du niveau actuel de ses eaux, qui ont évidemment creusé leur lit dans le micaschiste peu résistant du thalweg. Je considérai donc ces blocs, malgré leurs angles et leur volume, comme des témoins ambigus qui ne permettent pas de décider entre l'action d'un glacier et celle d'un courant. Mais au-dessus du village de Palhères, lorsque j'entrai dans le vaste cirque où se trouve le hameau de Costeilade, tous mes doutes cessèrent. Les prairies, les champs et les bois qui l'environnent étaient parsemés d'innombrables blocs erratiques, s'élevant à une grande hauteur sur les deux contre-forts de la montagne. Un des plus volumineux, situé à droite de la passerelle du torrent, avait la forme d'un parallépipède : la partie saillante hors du sol mesurait 6^m,50 en longueur, 5^m,20 en largeur et 2^m,50 en hauteur.

La *moraine latérale droite*, à sa partie supérieure, était plaquée contre le contre-fort de la vallée et composée de blocs, de gravier et de sable : elle se terminait par une crête rectiligne formée de matériaux désagrégés, mais reposant sur un noyau de micaschiste séparé du contre-fort droit par un profond ravin. Cette crête aboutissait en aval à un rocher de micaschiste également séparé du contre-fort droit. Trois blocs granitiques isolés étaient perchés sur ce rocher et élevés comme la crête de 120 mètres environ au-dessus du torrent. Une autre portion de moraine, adossée en aval au pied du rocher, descendait vers le torrent et se composait d'un amas confus de blocs, de gravier et de sable. Enfin, une

¹ Voyez la feuille d'Alais de la Carte de l'État-Major et la même feuille de la Carte géologique du Gard, par M. Émilien Dumas, 1845.

trainée de blocs jetés en écharpe sur le contre-fort correspondant de la vallée, en aval du rocher schisteux, montrait clairement le terme extrême de l'extension du glacier au-delà de la gorge étroite par laquelle le cirque communique avec le reste de la vallée.

Tous les sommets dominant le contre-fort droit étant composés de micaschiste, l'idée d'attribuer la présence de ces blocs granitiques à des éboulements des sommets ne saurait être soutenue un seul instant, d'autant plus que la moraine à crête rectiligne et le rocher de micaschiste sont séparés du contre-fort, comme nous l'avons déjà dit, par un profond ravin.

La *moraine latérale gauche* se compose d'abord de tous les blocs semés autour du hameau de Costeilade ; quelques-uns s'élèvent dans les champs cultivés, et le dernier, perché sur un promontoire de micaschiste et surplombant son piédestal, a exactement la forme du fer d'un marteau de géologue. Sa hauteur au-dessus du torrent est de 150 mètres environ. Au-dessous du sentier, à la lisière du bois, on remarque un groupe de blocs entassés les uns sur les autres, dont le plus gros a 7^m,25 de long, 2^m,50 de haut et 4^m,70 de large. Ces blocs protégeaient contre les vents du nord un groupe de ruches creusées dans des troncs de hêtre. Les sommités et la crête qui dominent cette moraine latérale sont granitiques, et l'on observe au-dessous d'elles des éboulements considérables ; mais il existe un intervalle de 250 mètres environ entre le pied de ces éboulements et les blocs les plus élevés de la moraine. Dans cet intervalle, on n'observe pas un seul bloc granitique ; par conséquent, ceux de la moraine ne sont pas tombés des sommets qui bordent le cirque du côté du nord.

Moraine terminale. — Elle est encore mieux caractérisée que les précédentes, et correspond à la gorge qui ferme le cirque de Costeilade. Cette gorge est à 950 mètres au-dessus de la mer. La moraine forme un barrage entre le contre-fort gauche de la vallée et un monticule schisteux arrondi et isolé qui occupe le thalweg et repousse le torrent vers la droite. Cette moraine a converti le fond de la vallée, situé entre le monticule et le contre-fort gauche, en prairie humide, par l'obstacle qu'elle apporte à l'écoulement des eaux d'irrigation. Mais le monticule est encore plus remarquable : isolé entre le torrent et l'humide prairie, il rappelle en petit le Kirchet ¹, des environs de Meyringen, dans la vallée de l'Aar ; arrondi en amont, il se prolonge en aval sous la forme d'un cap moins élevé que lui, celui-ci ne supporte que deux petits blocs erratiques, tandis que trente, deux gros blocs granitiques se détachent sur les schistes bruns du monticule arrondi ; ils sont placés en amont sur le côté choqué (*Stoss Seite*) par le glacier disparu. Le plus gros, de forme ovalaire, avait 9^m,20 de tour ; quelques-uns étaient empilés les uns sur les autres, et deux d'entre eux s'élevaient supportés par des piédestaux informes de micaschiste. Sur l'escarpement du monticule qui regarde le torrent, je remarquai un bloc isolé,

¹ Voyez sur ce monticule : Desor ; *Excursions et séjours sur les glaciers*, tom. I, pag. 18, et John Ball, *The central Alps*, pag. 76.

perché sur une corniche inaccessible. Les trente-deux blocs du sommet sont à 400 mètres environ au-dessus du torrent.

Toutes les personnes auxquelles les phénomènes des glaciers actuels sont familiers comprennent très-bien que j'aurais en vain cherché ici des roches polies et striées ou des cailloux rayés. La glace ne polit pas les schistes tendres, et d'ailleurs ceux-ci ne conserveraient ni les stries ni le poli; à plus forte raison ces schistes ne peuvent-ils pas rayer des fragments de granite. La forme arrondie du monticule qui supporte une partie de la moraine terminale, est la seule trace de l'action mécanique exercée par le glacier sur la roche en place.

L'ancien glacier de Palhères était un glacier de second ordre, un de ceux qui, limités au cirque qui les renferme, ne descendent pas dans la vallée. Tels sont la plupart des glaciers des Pyrénées et ceux des chaînes secondaires des Alpes, tels que le Faulhorn, le Schwarzhorn, le Schilthorn au-dessus de Frütigen, etc. Même à l'époque glaciaire, le cirque de Costeilade et les sommets qui l'entourent n'étaient pas assez élevés pour donner naissance, sous cette latitude, à un glacier qui serait descendu jusqu'à Villefort, à la hauteur de 600 mètres au-dessus de la mer; mais les traces incontestables de son existence au haut de la vallée, sont une preuve à ajouter à toutes celles qui démontrent la généralité du phénomène glaciaire à la surface de la France.

SUR

LA NOTATION DES RAIES DES SPECTRES,

Par M. É. DIACON.



Lorsqu'un observateur veut décrire un spectre, il donne les divisions du micromètre ou les mesures angulaires correspondant dans son appareil aux raies brillantes ou obscures dont il est formé ; il y joint quelquefois des indications sur la largeur et l'éclat relatif de ces raies. De ces trois données qui caractérisent le spectre, la première est de beaucoup la plus importante, puisqu'elle ne varie pour un même corps que dans des circonstances exceptionnelles, et cependant c'est elle qui relativement est formulée avec le moins de précision. Les raies sont bien désignées par une mesure angulaire ou une division micrométrique ; mais ces nombres, variant avec la position, avec le pouvoir réfringent des prismes, ne sont pas le plus souvent accompagnés des indications nécessaires pour en déduire ce qu'ils deviendraient avec un autre appareil. Si celles-ci existent, elles sont dans la plupart des cas insuffisantes ; c'est ce qui arrive par exemple pour les figures, qui sont en général trop réduites et présentent rarement une exactitude assez grande. Aussi est-il souvent difficile d'utiliser ou de contrôler les descriptions, et, quand il est possible de le faire, ce n'est toujours qu'après une transformation laborieuse. On peut donc dire que les observations spectrométriques sont rarement comparables, et ne le sont jamais immédiatement.

Le même observateur a évidemment à subir les graves inconvénients qui résultent de ce défaut d'unité dans la description des spectres ; chaque fois qu'il change d'appareil ou qu'il le modifie, des observations sont perdues pour lui, ou doivent être transformées s'il a eu le soin de conserver des indications suffisantes. Dans mes recherches en spectrométrie j'ai été souvent exposé à ce double désagrément ; aussi ai-je cherché plus d'une fois à m'en affranchir. J'y suis arrivé d'une manière assez satisfaisante par le moyen suivant, qui me rend depuis longtemps déjà d'utiles services et que je crois devoir indiquer parce qu'il me semble de nature, s'il était généralement adopté, à obvier aux inconvénients signalés plus haut. Il consiste simplement à substituer à la mesure directe, la longueur d'onde du rayon lumineux qui produit la raie brillante observée.

Pour cela je détermine, une fois pour toutes, pour chaque appareil dans une position du prisme facile à retrouver et dans laquelle je m'astreins à faire toutes mes observations, les divisions qui correspondent aux principales raies solaires, et au besoin à quelques raies métalliques dont la longueur d'onde m'est connue. En prenant ensuite pour abscisses les nombres ainsi trouvés, et pour ordonnées la longueur d'onde correspondant à chacune de ces raies, on a évidemment tous les éléments nécessaires pour construire graphiquement une courbe qui permettra, une fois tracée, de passer des divisions du spectromètre aux longueurs d'onde, et réciproquement. Le papier quadrillé employé par les ingénieurs permet d'obtenir cette courbe dans des conditions qui en rendent l'usage facile; en faisant représenter à chaque division verticale 0,000005 de millimètre, et à chaque division horizontale une division du micromètre, par exemple, on peut évidemment, l'œil appréciant facilement le cinquième d'une division, déterminer à un millionième près la longueur d'onde correspondant à la limite d'une raie qui a été observée avec soin. Les longueurs d'ondes des raies A et H, exprimées en millionièmes de millimètre, différant de 364 unités de cet ordre, toutes les raies comprises entre ces lignes solaires se trouveront donc rapportées à une échelle contenant un peu plus de 350 divisions, nombre bien suffisant pour la plupart des observations.

Si l'on construit une courbe semblable pour chaque appareil sur le même papier, rien ne devient plus facile que de déterminer avec une approximation bien suffisante la position que doit occuper une raie, notée en longueur d'onde, dans l'un quelconque d'entre eux. En suivant la ligne horizontale correspondant à la longueur d'onde indiquée jusqu'à ce qu'elle coupe la courbe relative à l'instrument, puis la ligne verticale qui passe en ce point jusqu'à l'axe des abscisses, on obtient rapidement en effet la division du micromètre que la raie devra occuper. Si l'on veut au contraire conserver le résultat d'une observation, on n'a qu'à faire l'inverse pour chaque raie et à noter la longueur d'onde trouvée pour chacune d'elles.

Si les spectres étaient notés en longueur d'onde, il serait donc très-facile pour les divers observateurs de déterminer par une transformation très-simple la position exacte où les raies indiquées par d'autres devraient apparaître dans leur appareil; les observations seraient rendues comparables.

Quand on veut déterminer la courbe avec une grande exactitude, le nombre des raies solaires dont la longueur d'onde est bien connue, est insuffisant, surtout entre F et H; mais la concordance des déterminations de M. Huggins, transformées par le moyen ci-dessus indiqué en longueurs d'onde, avec les nombres trouvés directement par M. Mascart pour quelques raies métalliques, m'a permis de prendre autant de points de repère que je pouvais le désirer. Leurs résultats différant en effet de moins d'un millionième de millimètre, j'ai pu admettre que les autres raies métalliques mesurées par M. Huggins et transformées en longueur d'onde étaient, au moins pour celles qui sont les plus faciles à observer, connues à la même approximation.

SUR UN CRANE

DE

ZIPHIUS CAVIROSTRE de CORSE,

Par M. Paul GERVAIS.

Le crâne mutilé sur l'observation duquel G. Cuvier a établi cette remarquable espèce de cétacés, fut recueilli en 1804 sur la plage de Fos (Bouches-du-Rhône), entre le village de ce nom et l'embouchure du Galegeon, près le canal qui réunit l'étang de l'Estomac à la mer. Il avait été évidemment rejeté par cette dernière, et l'on devait supposer qu'il appartenait à quelque espèce encore existante; toutefois telle ne fut pas l'opinion que s'en firent les savants.

Cuvier avait dit que le crâne trouvé à Fos était pétrifié, comme il l'est en effet en partie; mais on alla au-delà de la vérité en ajoutant qu'il était fossile. J'ai, en effet, montré¹ que d'autres sujets appartenant à la même espèce ont été observés durant le siècle actuel dans la Méditerranée, et l'on peut reconnaître sur plusieurs d'entre eux une semblable apparence de pétrification. Ces *Ziphius* déjà signalés par les auteurs, mais dont l'identité spécifique avec celui de Fos avait été méconnue, sont l'*Epiodon urganantus* de Rafinesque (côtes de Sicile); le *Delphinus Desmarestii* de Risso (Nice); le *Delphinus Philippi* de Cocco (Sicile); enfin, l'*Hyperoodon* rapporté de Corse par M. Doumet. L'exemplaire échoué auprès d'Aresquiès (Hérault), que j'ai moi-même signalé en 1850, doit être ajouté à cette liste. C'est lui qui m'a fourni l'occasion de rétablir la synonymie du *Ziphius cavirostris* et de démontrer que cette espèce est bien une espèce actuellement existante.

Cependant, cette manière de voir n'a pas été acceptée sans discussion. M. Gray a d'abord fait du *Ziphius* recueilli par M. Doumet, une espèce d'*Hyperoodon* à laquelle il a donné le nom d'*Hyperoodon Doumeti*; M. Duvernoy s'est refusé à voir dans le *Ziphius* d'Ares-

¹ *Zoologie et paléontologie françaises.*

quiés un animal du même genre que le *Ziphius cavirostre*, et il l'a appelé *Hyperoodon Gervaisii*. M. Pictet a contesté l'opportunité du rapprochement que j'avais établi entre ce dernier et le crâne de Fos. Enfin, M. Fischer a aussi émis les mêmes doutes.

La différence d'ampleur entre l'excavation faciale du sujet de Fos et celle du sujet d'Aresquiés, est la seule particularité qu'invocent MM. Duvernoy, Pictet et Fischer. Je l'avais signalée de mon côté, mais sans lui attribuer la valeur caractéristique qu'ils lui supposent. Selon moi elle est due à une différence d'âge et peut-être aussi de sexe. Le sujet décrit par Cuvier était beaucoup plus vieux que celui que j'ai observé. Chez lui, l'évidement facial s'était accompli d'une façon bien plus prononcée; le rostre était aussi plus solide, et la partie rostrale du vomer plus forte et plus pétrifiée encore; tandis que dans l'exemplaire des côtes de l'Hérault, elle était restée, l'âge étant moins avancé, plus grêle et en partie cartilagineuse.

Sans vouloir rentrer en ce moment dans cette discussion, que des faits plus récemment observés sur les *Ziphius* échoués dans l'océan Atlantique (à Lauton près Arcachon, au cap de Bonne-Espérance et auprès de Buenos-Ayres¹), ainsi que dans la mer des Indes², sont venus clore, je crois utile de publier la figure exacte du crâne de *Ziphius cavirostre* que M. Doumet a rapporté de Corse et qu'il possède à Cette dans son musée.

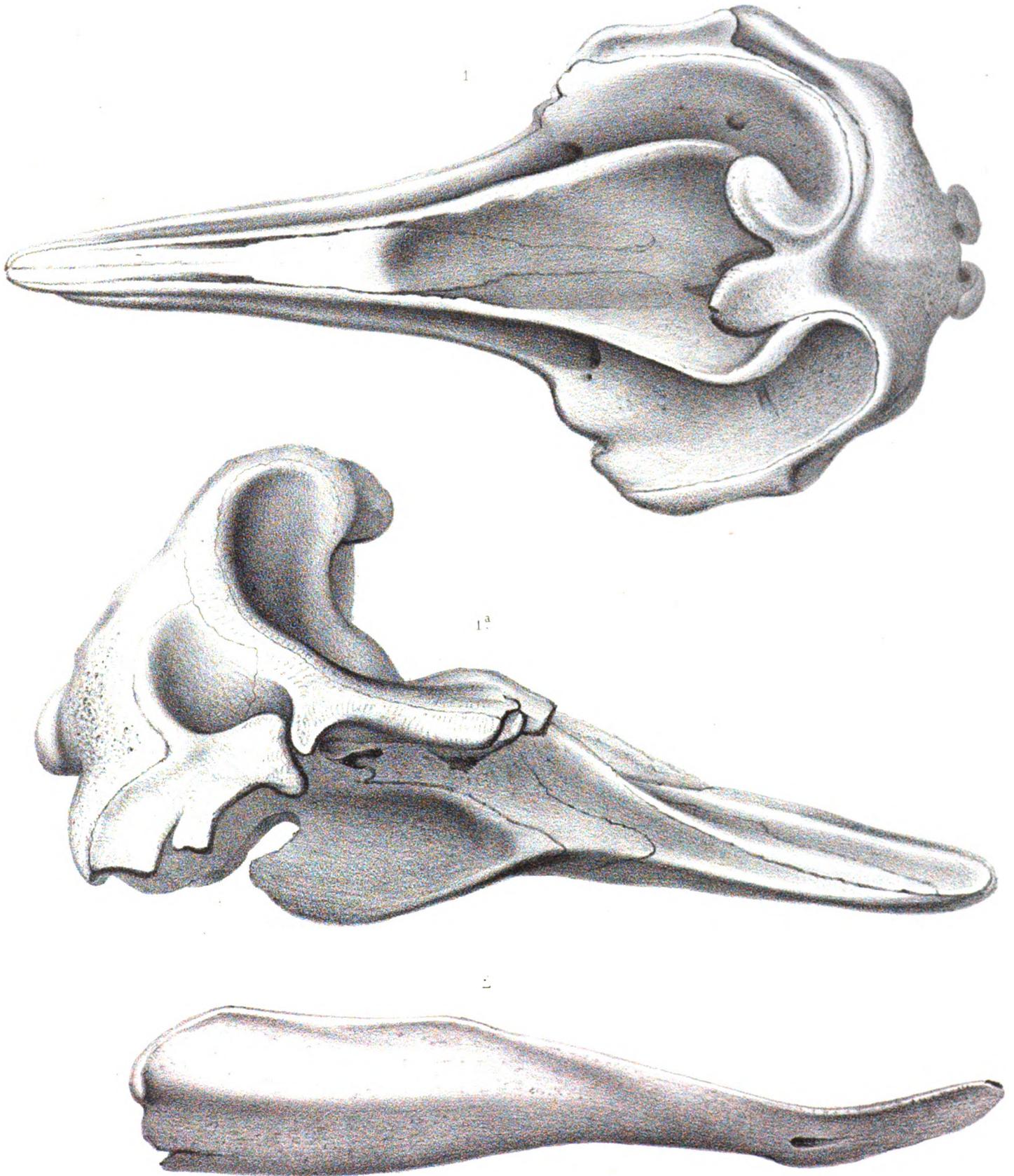
Ce crâne, qui est celui de l'exemplaire préparé par M. Doumet lui-même, était bien plus semblable que le crâne d'Aresquiés au cétacé type de l'espèce qu'a décrit Cuvier. La similitude avec celui-ci est telle qu'on ne peut douter que les deux exemplaires n'appartiennent réellement à une seule et même espèce.

Y aurait-il dans la Méditerranée deux *Ziphius* différents l'un de l'autre? Je ne crois pas que l'on doive admettre cette manière de voir, du moins en se basant sur les pièces dès à présent connues, et, en effet, des différences analogues à celles qui distinguent les *Ziphius* de Fos et de Corse d'avec celui d'Aresquiés, se remarquent entre les crânes de Lauton, du Cap et de l'Inde d'une part, qui proviennent évidemment de sujets avancés en âge, et celui de Buenos-Ayres qui est, au contraire, d'un individu plus jeune.

Je reviendrai avec plus de détails sur ces particularités dans mon *Ostéographie des cétacés*, à propos des *Ziphioides* dont il vient d'être question; mon but en ce moment étant uniquement de donner aux naturalistes la figure exacte du crâne, si semblable à celui de Fos, que M. Doumet a rapporté. Ces figures occupent la Planche V.

¹ Voir les publications de MM. Gray, Burmeister et Fischer.

² Van Beneden, *Académie de Belgique*.



Imp. Becquet à Paris.

NOTE

SUR

L'Anatomie de deux espèces du genre PERICHÆTA

ET ESSAI DE CLASSIFICATION

DES ANNÉLIDES LOMBRICINES,

Par M. le D^r Léon VAILLANT.



Lorsqu'on étudie les animaux comparativement au point de vue des distinctions spécifiques, les caractères extérieurs sont ceux auxquels on est porté à s'adresser; exposés à nos yeux, ils se présentent le plus naturellement à l'observation, et il n'est pas douteux d'ailleurs qu'ils ne puissent et ne doivent nous donner des renseignements d'une grande importance, puisqu'ils nous traduisent de la façon la plus immédiate les aptitudes de l'animal dans ses rapports avec le monde extérieur. La manière dont il se procure sa nourriture ou se rapproche des milieux qui lui sont favorables, les moyens qu'il emploie pour acquérir et employer ce qui lui est utile, sont en connexion intime avec des modifications extérieures relatives au mouvement, c'est-à-dire avec la conformation générale du corps et des membres. Ces conditions matérielles règlent en effet les fonctions motrices, c'est-à-dire les moyens que possède l'être pour s'approcher ou fuir, en un mot ce qui caractérise le plus essentiellement l'animalité.

Cependant la simple considération de la conformation externe est la plu-

part du temps insuffisante et parfois trompeuse, faute sans doute de savoir convenablement l'interpréter, et dans beaucoup de cas l'étude de la constitution interne, en nous faisant mieux apprécier les besoins de l'animal, est souvent d'un emploi plus sûr pour l'établissement des groupes, et surtout aide à interpréter les modifications extérieures.

Mais dans certains cas il semble que tout nous fasse défaut : tels sont, par exemple, certains vers privés plus ou moins complètement de membres, et chez lesquels d'autre part l'organisation est remarquablement homogène ; il suffit de rappeler les divisions des Nématoides et des Annélides abranchés (Hirudinées et Annélides lombricines) ; chez ces êtres, toute l'organisation doit être mise à contribution pour arriver à un résultat encore bien imparfait.

Je voudrais cependant essayer de montrer que pour ces dernières les organes du mouvement, quelque rudimentaires qu'ils soient, permettent des divisions naturelles que plusieurs zoologistes ont d'ailleurs déjà établies depuis longtemps, mais qu'on semble peut-être trop porté à abandonner aujourd'hui. Déjà pour les vers en général, surtout en ce qui concerne les Nématoides, M. Anton Schneider¹ a montré comment on pouvait utilement employer dans la classification les organes de la vie de relation si dégradés qu'ils soient. Avant d'aborder ce sujet, j'exposerai brièvement le résultat de recherches anatomiques entreprises sur un genre curieux, celui des *Perichoeta*, créé dans ces dernières années par M. Schmarda², d'après l'apparence extérieure seule. J'espère montrer que l'étude anatomique confirme pleinement l'établissement de ce genre ; mais on verra en même temps combien, chez ces êtres, les caractères que nous pouvons utiliser sont difficiles à saisir et souvent de peu de valeur.

L'auteur que je viens de citer admet dans ce genre cinq espèces, qu'on peut aisément distinguer par certaines particularités du corps et la forme des soies ; une seule présente une ceinture, mais comme on pourrait ne voir dans ce caractère qu'une modification en rapport avec l'état parfait des organes de

¹ Anton Schneider; *Ueber die Muskeln der Würmer und ihre Bedeutung für das System* (*Arch. f. Anat. u. Phys.*, 1864, pag. 590) et *Monographie der Nematoden*. Berlin, 1866.

² Schmarda; *Neue wirbellose Thiere*, tom. II, pag. 13. Leipzig, 1861.

la reproduction, il faut y joindre qu'elle présente sur chaque anneau, à l'exclusion des autres espèces, quarante soies grandes et courbes lesquelles mesurent 0^{mm},3. Il est fâcheux que des détails anatomiques ne nous fassent pas savoir si les organes génitaux internes dans les autres espèces sont ou non normalement développés; le caractère tiré de la présence de la ceinture aurait alors une plus grande importance.

Il y a deux ans, en examinant la collection du Muséum, que M. le professeur Lacaze-Duthiers avait bien voulu mettre à ma disposition avec cette complaisance que bon nombre de savants ont pu apprécier, je trouvai plusieurs Lombricins qui me frappèrent par la singularité du nombre considérable des soies et auxquels, dans mes notes, j'appliquai un nom particulier. A cette époque, bien qu'il eût déjà paru depuis quelque temps, je ne connaissais pas le travail de M. Schmarda; depuis, j'y ai retrouvé, décrites avec beaucoup d'exactitude, ces espèces qui, très-évidemment, se rapportent au *P. cingulata* que je citais plus haut. Au Muséum, les échantillons sont au nombre de six : quatre donnés par M. Desjardins en 1854, et provenant de l'Île-de-France; les deux autres portant la simple indication : *Enterion, Indes-Orientales*. Comme c'est à Ceylan que les types décrits ont été rencontrés, on peut admettre que cette espèce est propre à la région du Pacifique. J'avais un grand désir de pouvoir compléter ces études par l'examen anatomique de ces animaux, et M. Lacaze voulut bien m'en confier un dans ce but.

Presqu'à la même époque me furent remis les papiers de M. d'Udekem, dont les savantes recherches, arrêtées malheureusement trop tôt, sont bien connues de tous les helminthologistes; parmi les dessins il s'en trouvait de relatifs à un ver de Java, auquel ce regretté savant faisait sans doute allusion dans son introduction du *Mémoire sur les Lombricins*¹. M^{me} d'Udekem, qui me confiait ces manuscrits, y joignit des échantillons assez nombreux de l'animal conservé dans l'alcool.

Les caractères de ce ver le font aussi rentrer dans le genre *Perichoeta*. Le nombre des soies sur chaque anneau est considérable, puisqu'il atteint en moyenne soixante-cinq; il y a une ceinture après le douzième anneau sèti-

¹ D'Udekem; *Mémoire sur les Lombricins*, pag. 5. (*Acad. royale de Belgique, mémoires*, tom. XXXV.)

gère. Ces caractères et l'aspect extérieur rapprochent évidemment beaucoup cette espèce du *P. cingulata*; cependant le nombre plus grand des soies, leurs dimensions moindres, la différencient suffisamment pour que je me croie fondé à l'en séparer. On verra plus loin que différents caractères anatomiques importants confirment cette distinction. Je proposerais pour elle le nom de *P. posthuma*, rappelant la mort prématurée qui a empêché d'Udekem de la faire connaître lui-même. Elle peut se caractériser :

P. posthuma. sp. n. — *Cingulum* post 12 segmentum. *Setæ* ad. 65, long. 0^{mm},20 ad 0^{mm},29, lat. 0^{mm},015. *Corporis* long. 180^{mm}, lat. 3^{mm}. — Hab. Java.

C'est avec ces matériaux que j'ai pu entreprendre l'étude anatomique de ces êtres.

L'aspect extérieur¹ est si bien celui du ver de terre ordinaire, qu'il n'est possible de les distinguer qu'après un examen très-attentif, surtout sur les échantillons qui, par suite de circonstances spéciales, se sont ramollis dans l'alcool. Sur ceux qui ont été plongés bien vivants dans le liquide conservateur, les soies saillantes apparaissant comme autant de ponctuations noirâtres sur le fond clair de la peau, peuvent faire tout d'abord éviter l'erreur; mais c'était le cas rare pour les individus qu'il m'a été donné d'examiner. Cependant chez tous, en y regardant d'un peu près, on est de suite frappé du nombre considérable des soies qui sont disposées circulairement autour du corps, sur le milieu de chaque anneau, au nombre de quarante environ pour le *P. cingulata*, de soixante-cinq pour l'espèce nouvelle. Ces soies sont placées très-régulièrement en rangées longitudinales et n'alternent pas en quinconce, comme dans le genre *Pontoscolex* Schmarda; il y en a une rangée dorsale et une rangée ventrale, placées sur le plan médian; la ceinture seule en est privée, aussi bien que le lobe céphalique, que (je dois en prévenir pour éviter toute confusion) je ne crois pas devoir compter parmi les anneaux. Savigny, Fitzinger, M. Grube, M. Claparède dans ses premiers travaux, ont adopté cette manière de voir, et je la crois en effet la plus pratique, bien que bon nombre d'auteurs modernes préfèrent compter ce lobe comme un segment à part. Chez certains Lombricins dégradés, les plis

¹ Pl. VI, fig. 1.

de séparation des anneaux sont peu distincts et les soies deviennent le seul moyen de reconnaître ceux-ci. D'ailleurs, on peut se demander jusqu'à quel point le lobe céphalique mérite d'être compté comme segment, car sa mobilité, la structure spéciale de la peau, si bien étudiée par M. Leydig¹, lui donnent une apparence toute particulière, en rapport avec des fonctions sensorielles où le toucher semble avoir la plus grande part; tous les observateurs ont pu remarquer l'usage constant qu'en fait l'animal pour palper les corps qui l'environnent; on est donc autorisé à n'y voir qu'une dépendance organique du premier segment.

Sauf la différence que je viens de citer dans le nombre des soies, on retrouve presque tous les caractères extérieurs des vers de terre; la ceinture² placée après le douzième anneau est très-nette, globuleuse, mais cette forme peut tenir à l'état de conservation. En effet, la figure donnée par M. Schmarda³, et que je suppose faite d'après le vivant, l'indique comme plus allongée, en même temps comme plus reculée. Dans l'échantillon du Muséum, la longueur totale est de 0^m,174 environ, répartie ainsi: 0^m,203 pour la portion préclitellienne, 0^m,006 pour la ceinture, 0^m,146 pour la partie postérieure du corps; c'est-à-dire que la ceinture, équivalant à peu près au vingt-neuvième de la longueur totale, est située vers la réunion du septième antérieur aux six septièmes postérieurs. D'après le dessin cité, chez le *P. cingulata* type, la portion préclitellienne occupe 0^m,036, la ceinture 0^m,012, et le reste du corps 0^m,097; ce qui donne pour longueur totale 0^m,145, mesure un peu supérieure à celle indiquée dans le texte (M. Schmarda donne pour dimension moyenne 0^m,130); mais cela n'a que peu d'importance, les rapports ayant dû être respectés sur la planche et étant le seul point à remarquer: on voit en effet, d'après ces chiffres, que la ceinture équivaut à peu près à un douzième de la longueur totale et est située vers la réunion du tiers antérieur aux deux tiers postérieurs. Ces différences pourraient paraître au premier abord assez grandes pour justifier une distinction spécifique, mais il faut tenir grand compte des conditions

¹ Leydig; *Ueber Phreoryctes Menkeanus*. (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, tom. I, pag. 258, pl. XVII, fig. 12.)

² Pl. VI, fig. 1 a.

³ Schmarda, *loc. cit.*, pl. XVIII, fig. 159.

dans lesquelles ont été observés les animaux, de leur état de développement et de l'action des liquides conservateurs.

Les cinq ou six anneaux qui précèdent immédiatement la ceinture sont subdivisés en trois parties, dont une beaucoup plus grande que les deux autres, par deux rides légères; cette portion préclitellienne est un peu renflée en olive, mais c'est encore là sans doute l'effet d'une contraction accidentelle; il en est de même d'un renflement postérieur terminal. L'anneau qui suit immédiatement la ceinture est notablement plus étroit que les autres; celui qui vient après ce dernier porte en dessous deux papilles¹, sur lesquelles j'aurai à revenir en faisant la description des organes génitaux. A la partie antérieure du corps, au sixième anneau, la largeur est de 0^m,007; le diamètre de la ceinture est de 0^m,065; vers le milieu du corps de 0^m,005, en ce point la longueur de l'anneau atteint au maximum 0^m,002. En ne comptant la ceinture que pour un anneau, le nombre de ceux-ci est environ de cent onze, chiffre très-voisin de celui qu'indique M. Schmarda.

Sur les anneaux antérieurs, subdivisés comme je l'ai dit plus haut, l'étude anatomique montre que la première partie présente la perforation dorsale, les soies entourent la seconde, et le renflement nerveux ganglionnaire est sur la troisième. Il y a là en rudiment cette disposition si remarquable et si importante dans le groupe des Hirudinées, caractérisant ce qu'on appelle le zoonite.

La forme et les dimensions des soies ont une valeur assez grande, comme caractère spécifique, pour que je croie devoir m'y arrêter encore un instant. Chez le *Perichœta* de l'île-de-France² elles sont longues de 0^{mm},364, dimension qui concorde avec celles données pour les types, et larges de 0^{mm},026. Légèrement courbées en S sur toute leur longueur, elles sont obtuses à leur extrémité profonde, aiguës à leur extrémité libre. Cette forme rappelle absolument celle qu'on observe chez les *Lombrics* proprement dits, mais diffère un peu de la figure donnée par M. Schmarda³, qui la représente avec une forme losangique; cela peut tenir au mode d'éclairage du champ du micros-

¹ Pl. VI, fig. 2 b.

² Pl. VI, fig. 3.

³ Schmarda, *loc. cit.*, pag. 14.

cope ou au mode de préparation. Lorsqu'on examine les soies chez un ver de terre ordinaire (*Lombricus communis*, Hoffm; *L. agricola*, Hoffm), on obtient souvent cette apparence, et plusieurs auteurs ont ainsi figuré ces organes, entre autres d'Udekem¹; mais en examinant de bonnes préparations montées dans le baume du Canada et en s'entourant de précautions convenables, il est facile de s'assurer que c'est là une illusion. Le nombre de ces soies varie un peu dans les différentes parties du corps. Ainsi, sur le sixième anneau j'en ai trouvé seulement trente-cinq, tandis que sur les anneaux après la ceinture il en existe ordinairement quarante; sur le quinzième anneau, où se trouvent les orifices sexuels, il y a sept soies ventrales entre ceux-ci, et vingt-six latéro-dorsales. La distance qui sépare deux soies observées sur le quatrième anneau est d'environ 0^{mm}36 à 0^{mm}40. Il est bien entendu que tous ces chiffres sont approximatifs, sans prétendre à une exactitude que de semblables recherches ne comportent pas.

Chez le *Perichæta posthuma*, comme on l'a vu, les dimensions des soies² sont moindres et leur nombre plus considérable, de 65 à 77 par anneau. La longueur totale de l'animal est, d'après une note de d'Udekem, de 18 centimètres, et le nombre des anneaux de 100.

Je n'insisterai pas davantage sur les caractères extérieurs de ces êtres; pour les animaux inférieurs, lorsqu'on n'a pu les étudier à l'état vivant, on ne saurait, sous ce rapport, être trop réservé. En ce qui concerne les caractères anatomiques, je ne compte également m'occuper que des faits les plus saillants, lesquels paraîtront au reste assez importants, j'espère, pour ajouter à la valeur de ceux déjà invoqués pour l'établissement du genre.

L'appareil nerveux, sur les échantillons conservés, est un de ceux qui se prêtent le mieux à l'observation, au moins en ce qu'il a de fondamental. Malheureusement il ne peut nous donner que des caractères d'ordre supérieur se rapportant à l'établissement de la classe, et même n'offre rien qui soit absolument spécial à celle-ci. Il se compose d'un collier œsophagien³ dont la masse supérieure est placée dans le premier anneau sétigère, le lobe

¹ D'Udekem, *loc. cit.*, pl. IV, fig. 3, 6, 7.

² Pl. VI, fig. 10.

³ Pl. VI, fig. 4 et 5 b.

céphalique recevant seulement des nerfs qui en émanent. Le premier ganglion ventral dans lequel aboutissent les connectifs qui contournent l'œsophage est dans le second anneau, et les suivants ¹ se succèdent, comme d'ordinaire, régulièrement d'anneau en anneau, jusqu'à l'extrémité postérieure du corps. La ceinture en présente trois, ils sont allongés et moins distincts que les autres ; ce fait a sa valeur au point de vue de la composition morphologique de cet organe. La forme de la masse cérébroïde ² mérite seule d'être mentionnée ; la distinction en deux parties latérales indiquée par un léger étranglement médian n'y est pas marquée comme chez les véritables *Lombrics*, elle constitue une masse continue présentant une convexité postérieure, une sorte de lobe, non toutefois aussi saillant ni aussi net que chez quelques autres *Lombricins* inférieurs, tels que les *Enchytraeus* ³ ou les *Clitellio*.

L'appareil digestif ⁴ rappelle aussi d'une manière frappante celui du ver de terre. La bouche, percée à la partie inférieure du premier anneau sétigère, conduit immédiatement dans un pharynx ⁵ (j'appelle de ce nom, avec les auteurs, la première partie de l'œsophage, dont la structure et l'aspect sont assez différents pour justifier une distinction) entouré d'une épaisse couche composée en grande partie de fibres musculaires et sans doute de ces glandules habituellement désignés sous le nom de glandes salivaires ; ce pharynx occupe les cinq premiers anneaux, sa largeur est considérable, mais due presque exclusivement à l'épaisseur de ses parois. L'œsophage ⁶, très-court, n'occupe que le sixième anneau : il est étroit, membraneux. Dans les deux anneaux suivants ⁷, le tube digestif se renfle en un gésier musculieux rougeâtre, à parois épaisses ; en ouvrant cette poche, j'ai trouvé dans son intérieur un tube analogue pour l'aspect et les dimensions à l'œsophage lui-même ; mais l'examen histologique montra que c'était simplement la couche épithéliale détachée sans doute accidentellement par l'action du

¹ Pl. VI, fig. 5 b'.

² Pl. VI, fig. 6.

³ Voy. Leydig ; *Tafeln z. vergleichend. Anat.*, pl. IV, fig. 2 et 3.

⁴ Pl. VI, fig. 4.

⁵ Pl. VI, fig. 4 c.

⁶ Pl. VI, fig. 4 d.

⁷ Pl. VI, fig. 4 e.

liquide conservateur. En arrière du gésier, les vésicules séminales¹ cachent l'intestin et le rétrécissent; il se dilate ensuite et se continue avec un diamètre uniforme jusqu'à la partie postérieure de la ceinture. Dans sa partie post-clitellienne l'appareil digestif² prend l'aspect habituel qu'on lui connaît chez les Lombricins, c'est-à-dire qu'il est membraneux, étranglé à chaque dissépiement, ce qui le fait paraître comme composé d'une multitude de poches : une particularité digne d'attention, parce qu'elle semble tout à fait en dehors du type ordinaire, c'est la présence de deux cœcums³ dont l'ouverture de communication se trouve dans le vingt-troisième anneau, et qui s'étendent en remontant jusqu'au vingt et unième; la structure de ces diverticulums est absolument celle de l'intestin lui-même, et la signification de ces parties me paraît jusqu'ici inexplicable, car dans cette région du corps la similitude des anneaux, tant à l'extérieur que dans les parties contenues, est telle que je ne puis me rendre compte de cette anomalie peut-être individuelle. L'intestin aussi bien que ces cœcums étaient remplis, sur l'échantillon examiné, d'une matière terreuse, comme celle qu'on rencontre dans le ver de terre; les mœurs des *Perichœta* sont d'ailleurs, d'après M. Schmarda, les mêmes que celles de nos Lombrics, et c'est dans le terreau qu'on les rencontre⁴.

Le *Perichœta posthuma* présente quelques particularités dans l'apparence de ses organes digestifs comparés à ceux que nous venons d'étudier. La portion pharyngienne est moins développée; il n'y a pas de gésier musculéux ni de cœcums latéraux. Quant au contenu du tube digestif, il est le même que dans l'autre espèce.

Ce n'est pas sans doute sur des animaux morts depuis longtemps et conservés, qu'on peut chercher à reconnaître la disposition d'un système tel que celui des vaisseaux rouges, si difficile à étudier dans tous ses détails chez le vivant. Sur le ver de l'Île-de-France ces vaisseaux étaient peu visibles et je n'ai pu les poursuivre; mais les nombreux échantillons du ver de Java que j'ai eus à ma disposition m'ont permis de les rechercher dans cette

¹ Pl. VI, fig. 4 h h'.

² Pl. VI, fig. 4 f.

³ Pl. VI, fig. 4 g.

⁴ *Loc. cit.*, pag. 14.

espèce avec plus de soin ; les dessins de d'Udekem m'ont d'ailleurs donné les indications principales et je n'ai eu qu'à contrôler les faits que je consigne ici. Il est facile de reconnaître un vaisseau dorsal et un ventral sus-nervien, je n'ai pu apercevoir le vaisseau sous-nervien, qui doit exister cependant, suivant toute probabilité. En arrière des organes génitaux mâles on trouve des anastomoses dorso-ventrales¹ faisant communiquer les deux vaisseaux dont je viens de parler ; ces anastomoses sont renflées en chapelet, comme cela a depuis longtemps été signalé par Dugès² chez le *Lombric*. Nul doute que ces organes ne soient aussi chez le *Perichœta* des organes contractiles destinés à la circulation du liquide rouge. Ces anastomoses moniliformes existent bien clairement dans les onzième et douzième anneaux ; dans un croquis que je reproduis ici, d'Udekem en figure cinq, du neuvième au treizième anneau ; je n'ai pu les retrouver. Il est cependant très-possible qu'elles existent, mais on ne peut apercevoir ces parties que lorsqu'elles sont remplies de liquide coloré et, comme on le sait, elles sont susceptibles, à certains moments, de se vider complètement ; aussi ne faut-il pas s'étonner si dans les circonstances où ont été examinés ces animaux il peut y avoir des différences suivant les individus.

Il est très-singulier que ni sur le ver de l'Île-de-France, ni sur celui de Java, je n'aie pu trouver trace des tubes entortillés ou réservoirs de la mucosité si faciles à découvrir sur le *Lombric* ; mais, comme pouvant se rattacher aux organes d'excrétion, je dois mentionner les perforations dorsales³, qui sont ici très-évidentes et des plus faciles à étudier. Ainsi que chez le ver de terre, elles sont situées sur la ligne médiane, à la limite des anneaux, immédiatement en arrière des dissépiments, par conséquent au milieu de la distance qui sépare les couronnes de soies. Elles apparaissent comme une série de points noirs dont la réunion, à première vue, forme une ligne bien visible. Sur la portion post-clitellienne, ces perforations sont très-régulièrement placées ; il en existe une juste à la partie postérieure de la ceinture ; à la limite antérieure de celle-ci il y en a une autre, et deux ou

¹ Pl. VI, fig. 11. (Cette figure est empruntée à des dessins inédits de d'Udekem.)

² *Ann. scienc. natur.*, 1^{re} série, tom. XV, pag. 299, pl. VIII, fig. 1 ; 1828.

³ Pl. VI, fig. 1 b.

trois plus antérieures; mais celles-ci commencent déjà à devenir moins nettes, et tout à fait en avant je n'ai pu les reconnaître. La communication qu'établissent ces perforations avec la cavité péri-viscérale se met facilement en évidence en exerçant de légères pressions sur l'animal placé dans l'eau; on voit alors, comme Morren l'a signalé chez le ver de terre¹, les liquides contenus faire éruption comme de petites fumarolles.

Les organes génitaux de l'un et de l'autre sexe sont sans nul doute réunis dans ces espèces sur le même individu, comme chez les autres Lombricins; toutefois je n'ai pu examiner que les organes mâles. On connaît, depuis les recherches de d'Udekem² et de M. Hering³, la disposition si simple et si remarquable des organes femelles, mais il est impossible de songer à trouver des parties aussi délicates sur les échantillons conservés. Toutefois la présence des réservoirs séminaux et de la ceinture, organes en rapport avec la fécondation et l'accouplement, ou peut-être la formation du cocon, en supposent l'existence et doivent faire admettre que les Perichoeta sont des vers monoïques.

Les testicules⁴, assez volumineux et irrégulièrement arrondis, sont au nombre de quatre, disposés par paire dans le neuvième et le dixième anneau, immédiatement en arrière du gésier. Les antérieurs sont un peu plus développés que les postérieurs, l'aspect est d'ailleurs absolument le même que celui des parties homologues chez les véritables Lombrics; ils se réunissent de chaque côté sur un conduit⁵ qui se dirige en arrière parallèlement à la chaîne nerveuse ventrale et débouche à l'extérieur au milieu de la papille que j'ai signalée sur le quinzième segment⁶ (en ne comptant arbitrairement la ceinture que pour un segment). Sur la paroi interne de la cavité abdominale, au point où aboutit le canal déférent se trouve un renflement ovalaire⁷ occupant au moins les deux tiers de la longueur de l'anneau et à la saillie duquel

¹ *De Lumbrici terrestris anatomia*, pl. XIV, fig. 8; 1829.

² D'Udekem; *Développement du Lombric terrestre*. (*Acad. roy. de Belgique, mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers*, tom. XXVII, pag. 19.)

³ Hering; *Zur Anatomie u. Physiologie der Generationsorgane der Regenwürmer*. (*Zeitschrift f. wiss. Zool.*, tom. VIII; 1858.)

⁴ Pl. VI, fig. 4 et 5 *hh'*.

⁵ Pl. VI, fig. 5 et 7 *i*.

⁶ Pl. VI, fig. 2 *b*.

⁷ Pl. VI, fig. 5 et 7 *k*.

est due la papille extérieure. On observe aussi dans ce même anneau des organes singuliers dont je ne connais l'analogue chez aucun autre Lombricin. Ils sont au nombre de deux ¹, symétriquement placés de chaque côté du corps, chacun correspondant à l'un des canaux déferents. Leur apparence est celle d'une glande en grappe allongée d'avant en arrière, aplatie de haut en bas et profondément lobée à sa partie externe; sur le *Perichæta posthuma*, les dimensions longitudinales sont un peu plus grandes, car chacun occuperait deux anneaux, tandis que dans l'espèce de l'Île de France ils n'en occupent qu'un, mais cela peut n'avoir que la valeur d'un fait individuel. Le canal excréteur de cette glande se réunit au canal déferent très-près du point de sortie à l'extérieur. Quelle est la signification de cet organe? c'est ce qu'il est difficile de décider; faut-il y voir une vésicule séminale accessoire ou une glande annexe comparable à une prostate? L'observation histologique du contenu jugerait la question, mais il devrait être fait sur le vivant; l'aspect extérieur semble cependant plus en rapport avec la seconde hypothèse.

Dans un court résumé de ces observations présenté à la Société philomatique ², j'avais insisté sur cette coïncidence de la position des pores mâles au quinzième anneau, comme cela se rencontre chez la plupart des Lombrics. A cette époque, je n'avais pas encore examiné les échantillons de Java, et pour ménager l'exemplaire unique que m'avait confié M. Lacaze-Duthiers, je crus devoir ne pas pousser très-loin l'étude de la disposition de l'appareil nerveux. Mais d'après ce qu'on a vu plus haut, il est clair que ce rapprochement est plus apparent que réel, puisque les trois renflements ganglionnaires de la ceinture doivent morphologiquement la faire considérer comme résultant de la soudure de trois anneaux.

Au voisinage des orifices mâles, on trouve des papilles dont le rôle est sans doute d'assurer l'adhérence des individus au moment de la copulation; leur disposition n'est pas la même dans les deux espèces dont je m'occupe ici. Chez le *Perichæta cingulata*, ces papilles sont situées sur le quinzième anneau, exactement sur la ligne médiane entre les ouvertures mâles; je ne les

¹ Pl. VI, fig. 5 et 71.

² Sur le *Perichæta cingulata*. (Bull. Soc. philomatique de Paris, nouvelle série, tom. IV, pag. 236; 1867.)

ai pas vues sur tous les échantillons de la collection du Muséum, quatre sur six seulement les offraient; celui que j'ai disséqué en était précisément privé. Dans le *Perichæta posthuma*¹, ce sont au contraire les anneaux qui précèdent et qui suivent celui où sont les orifices sexuels mâles, c'est-à-dire le quatorzième et le seizième anneau², qui les présentent; il y en a une paire sur chacun d'eux, elles forment avec la papille de l'anneau intermédiaire³ une rangée longitudinale. Comme dans l'espèce précédente, sur bon nombre d'individus les papilles copulatrices sont peu visibles ou même paraissent manquer complètement.

Les réservoirs séminaux⁴ occupent une position autre que chez les Lombrics; ils sont moins confondus avec les glandes génitales et placés plus en avant. On en trouve quatre paires situées dans les quatrième, cinquième, sixième et septième anneaux vers leur partie antérieure. La position est la même dans les deux espèces, ainsi que la forme générale; chacun d'eux est composé de deux parties, de deux culs-de-sac inégaux⁵ débouchant à l'extérieur par un canal commun que j'ai pu suivre jusqu'au tégument, sans pouvoir toutefois reconnaître clairement l'ouverture de sortie; le plus petit des culs-de-sac est le plus rapproché de la ligne médiane⁶. La seule différence que l'on puisse peut-être relever, est que dans le *Perichæta posthuma* les deux parties sont moins nettement séparées que chez le *Perichæta cingulata*. Je dois faire aussi remarquer que l'interprétation que je donne de ces parties est basée sur une simple similitude d'apparence; ici encore l'examen histologique sur le frais pourrait seul justifier ou infirmer cette interprétation.

Comme on le voit, les particularités anatomiques sont assez frappantes pour confirmer l'établissement du genre établi par M. Schmarda. Il existe, d'une part, des caractères qui indiquent des affinités réelles avec les véritables Lombrics, tels sont: l'apparence extérieure, la forme des soies, l'appareil nerveux, l'appareil digestif, l'appareil circulatoire, la situation des perforations

¹ Pl. VI, fig. 9.

² Pl. VI, fig. 9 b, b'.

³ Pl. VI, fig. 9 b'.

⁴ Pl. VI, fig. 5 m, m', m'', m'''.

⁵ Pl. VI, fig. 8.

⁶ Pl. VI, fig. 8 b.

dorsales. A côté de ces points de ressemblance existent des différences importantes, comme le nombre des soies et aussi la disposition des organes génitaux; pour ces derniers les faits les plus saillants sont la situation des réservoirs séminaux, mais surtout celle de la ceinture, qui présente chez ces animaux ce caractère exceptionnel jusqu'ici d'être placée en avant des ouvertures génitales mâles, contrairement à ce qui a lieu chez les animaux du genre *Lumbricus*.

Quant à la distinction d'espèce que j'ai cru devoir établir, outre les caractères indiqués plus haut dans la diagnose et relatif aux dimensions des soies et à leur nombre, la présence ou l'absence d'un gésier musculeux, la disposition des papilles copulatrices, la forme des réservoirs séminaux, tendent à en augmenter la valeur. Je crois qu'il faut être très-réservé sur la création d'espèces, lorsqu'on n'a pu étudier les êtres que dans les circonstances défavorables où j'ai eu ces vers à ma disposition; cependant les caractères sur lesquels je m'appuie me paraissent d'une importance suffisante et de ceux que la conservation dans l'alcool ne peut guère modifier, puisqu'ils sont tirés de la situation réciproque d'organes similaires ou de l'étude de parties qui dans ces conditions ne peuvent sensiblement s'altérer.

Dans l'état actuel de nos connaissances une classification à peu près satisfaisante des Lombriciens n'est pas chose facile à réaliser, et les essais de différents zoologistes dans cette voie peuvent en donner la preuve. Deux idées principales paraissent avoir dominé les naturalistes: les uns, ce sont les plus anciens, ont cherché les caractères des grandes divisions dans les différences anatomiques extérieures ou même purement zoologiques, c'est-à-dire fondées sur l'étude d'habitudes, de mœurs, etc.; d'autres ont préféré prendre les bases de leur classification dans la disposition des organes internes. Il faut dire que dans l'un et l'autre cas il était impossible d'être absolument exclusif, et l'homogénéité de la classe en donne la raison: tous les êtres qui la composent sont évidemment très-rapprochés les uns des autres par leur organisation, et on ne peut s'appuyer que sur des caractères différentiels fugitifs, souvent d'une importance secondaire.

M. Grube, dans son remarquable opuscule *Die Familien der Anneliden*¹,

¹ *Die Familien der Anneliden mit Angabe ihrer Gattungen und Arten*. Berlin, 1851,

qui, sous sa forme concise, peut être regardé comme le travail général le plus complet publié sur ces êtres dans ces derniers temps, se rattache, à la suite d'OERSTED, à la première école. Il donne aux annélides qui composent ce groupe, comprenant les Lombrics et les Naïs des anciens auteurs, le nom d'*Oligochæta*. J'avoue qu'avec d'UDEKEM¹, je ne comprends pas bien la nécessité de ce nouveau vocable; le nom de Lombriciens, emprunté à Siebold², a incontestablement l'antériorité, est plus conforme à la nomenclature habituelle et se rapproche plus de l'ancienne dénomination de Savigny, d'*Annélides lombricines*, qu'on pourrait conserver, car en en restreignant le sens, puisque personne maintenant ne songerait à réunir les Échiures aux Lombrics, son seul défaut est de n'avoir pas peut-être la forme habituellement usitée aujourd'hui, et ce léger inconvénient est en réalité de peu d'importance. M. Grube subdivise ce groupe suivant les anciens genres de Muller, élevés au rang de famille en *Lumbricina* et *Näidea*, ce dernier nom emprunté à Ehrenberg. Dans la distinction de ces deux groupes interviennent des caractères tirés de l'aspect extérieur et de la nature des soies; ceux-ci cependant ne sont pas présentés d'une manière absolue, pas plus que la différence dans le genre de vie, les premiers étant généralement terrestres tandis que les seconds ont des habitudes plus exclusivement aquatiques. Les soies chez les *Lumbricina* sont « excessivement peu saillantes, presque toujours en hameçon, réunies deux par deux ou isolées, dans le premier cas sur un ou deux rangs (de chaque côté), dans le second par quatre (très-rarement sur de petites éminences)³; » cette dernière restriction est faite en vertu du genre douteux *Megascolex* de Templeton. Cette diagnose, suffisante à l'époque où l'a présentée M. Grube, ne pourrait être conservée depuis les récentes découvertes de cet auteur lui-même et de Schmarda: le *Lumbricus multispinus*, Grube⁴, les nouveaux genres *Perichæta*, *Pontoscolex*⁵, ont les soies tout autrement

¹ Mémoire sur les Lombriciens, pag. 9.

² *Handbuch der Zoologie*, trad. de A. Spring et Lacordaire, tom. I, pag. 187; 1850. La publication de l'édition allemande est antérieure de deux ans à cette date.

³ *Loc. cit.*, tableau annexé à la page 33.

⁴ Middendorff; *Sibirische Reise*, tom. II, 1^{re} partie. — *Wirbellose Thierre*, pag. 19, pl. II, fig. 4. Saint-Petersbourg, 1851.

⁵ Schmarda, *loc. cit.*, pag. 11.

disposées et en nombre beaucoup plus considérable. Les *Naidæa* présentent ces organes « partie en hameçon, partie capillaires et saillantes, tantôt sur un tantôt sur deux rangs; les soies capillaires ordinairement par deux, les autres plus nombreuses dans chaque faisceau. » Les genres sont groupés suivant la présence ou l'absence de branchies postérieures et en se servant de la disposition et de la forme des soies.

Cette classification, presque exclusivement basée sur la considération des organes moteurs, est commode et conduit à des rapprochements naturels; seulement les découvertes récentes, en multipliant les types, l'ont rendue incomplète, sort commun à toutes nos recherches. Un inconvénient plus réel est que les caractères sont souvent un peu vagues; il faut du reste avouer que la précision est difficile dans un groupe de cette nature, où les différences sont en définitive faibles.

En 1862¹, M. Claparède, à l'occasion de recherches sur les Lombriciens inférieurs, a proposé une classification reposant sur une étude plus complète sans doute de l'anatomie, mais qui ne me paraît pas cependant, au point de vue pratique, d'une application facile; d'ailleurs elle ne semble racheter cet inconvénient par aucun avantage bien sensible, car elle n'établit dans les rapports naturels des êtres rien qui ne fût déjà indiqué dans la classification de M. Grube. Pour les divisions principales portant le nom de Familles, les caractères tirés des soies sont laissés de côté, l'auteur les considérant comme « de peu d'importance et dépourvus de généralités ». Il en est de même des habitudes biologiques qui en sont le corollaire, et qui ne sont pas mentionnées dans la diagnose; mais les noms imposés à ces groupes d'*Oligochètes terricoles* et d'*Oligochètes limicoles* y font suffisamment allusion. Voici les caractères de ces deux familles²:

1^{re} Fam. OLIGOCHÈTES TERRICOLES.—Diagnose: Oligochètes à vaisseau ventral double, munis d'organes segmentaires dans les segments qui renferment les oviductes, les canaux déférents et les réceptacles de la semence. Clitellum placé très en arrière des pores génitaux. Réseau vasculaire entourant les organes segmentaires.

¹ Claparède; *Recherches anatomiques sur les Oligochètes*. (Mém. Soc. phys. et hist. nat. de Genève, tom. XVI, 2^e partie; 1862.)

² *Loc. cit.*, pag. 286.

Genres. *Lumbricus*, Linné (et peut-être aussi *Hypogæon* et *Criodrilus* Hoffm).

2° Fam. OLIGOCHÈTES LIMICOLES.—Diagnose: Oligochètes à vaisseau ventral unique, dépourvus d'organes segmentaires dans les segments qui renferment les oviductes, les canaux déférents et les réceptacles de la semence. Clitellum ou ceinture comprenant toujours le segment porteur des pores génitaux mâles. Jamais de réseau ni d'anses vasculaires embrassant les organes segmentaires.

Genres. *Tubifex*, Lam.; *Limnodrilus*, Clap.; *Clitellio*, Sav.; *Lumbriculus*, Grube; *Styldrilus*, Clap.; *Nemodrilus*, Clap.; *Enchytræus*, Henle; *Pachydrius*, Clap.; *Nais*; Muller; *Stylaria*, Lam.; *Chætogaster*, Baër; sans nul doute aussi *Euaxes*, Grube; *Serpentina*, OErst.; *Æolosoma*, Ehr.; et peut-être *Helodrilus*, Hoffm.; *Phreoryctes*, Hoffm.; *Mesopachys*, OErst.; *Dero*, Oken (*Proto*, auct.).

Comme on le voit, c'est principalement le système des vaisseaux rouges et certaines dispositions des organes génitaux qui servent de base à ces divisions. Mais le premier, dont nous ne connaissons peut-être pas encore parfaitement l'usage, mérite-t-il la préférence que lui accorde M. Claparède? Cela est au moins douteux. La présence d'un seul vaisseau ventral ou de deux vaisseaux est-elle réellement liée à une différence typique, ou dépend-elle de causes en relation avec des conditions différentes de nutrition? Nous voyons, en effet, que c'est sur les petites espèces que se rencontre la simplicité, sur les grandes la complication annoncée par le vaisseau double. Que cet appareil soit en relation avec la circulation d'un fluide de nutrition analogue au sang, ou que son usage soit autre, ce n'est pas ici le lieu de discuter cette question, mais en tout cas le rapport est assez frappant pour qu'on soit en droit de se tenir en garde. Chez quelques animaux, le système vasculaire en question est, sinon nul, du moins tellement rudimentaire, qu'il serait difficile de dire dans quelle section ils doivent rentrer sous ce rapport.

Quant aux organes segmentaires chez les Lombricins dégradés, ils disparaissent complètement dans la grande majorité des anneaux. D'ailleurs, les savantes recherches de M. Leydig sur le *Phreoryctes Menkeanus*¹ nous ont

¹ *Loc. cit.*, pag. 284 et 290.

fait voir un être chez lequel, avec un vaisseau ventral simple, se voient des organes segmentaires accompagnant les organes génitaux mâles, ce qui le ferait rentrer tout aussi bien parmi les Oligochètes terricoles que parmi les limicoles.

La position du clitellum dans ses relations avec les pores génitaux donne avec une légère modification un bon caractère, car chez les *Perichæta*, que personne, je crois, ne songerait à éloigner des Lombrics, cette partie est, on l'a vu, placée bien en avant des orifices en question; mais malgré cela, jamais chez les Oligochètes terricoles le segment porteur des pores génitaux mâles n'est compris dans la ceinture.

Au reste, malgré cette divergence de point de départ, qui semblerait devoir éloigner des idées de M. Grube, la disposition des genres dans les deux familles est si peu différente, qu'on ne comprend pas bien pourquoi M. Claparède rejette les noms établis par son prédécesseur. En effet, il cite comme type de ses Oligochètes terricoles le genre *Lumbricus*, Lin., en y joignant comme douteux les *Hypogæon*, Savigny, et *Criodrilus*, Hoffm.; les autres genres admis par M. Grube, abstraction faite du genre *Megascolex*, sur lequel réellement nous n'avons que des renseignements très-incomplets et que M. Claparède fait peut-être bien de rejeter, sont placés, il est vrai, parmi les Oligochètes limicoles, mais deux d'entre eux : *Helodrilus*, Hoffm., et *Criodrilus*, Hoffm. avec doute, un troisième *Euaxes* avec restriction, puisqu'il est mis hors rang, en sorte qu'il ne reste de réellement déplacé que le genre *Lumbriculus*, Grube, qui doit, je le crois avec M. Claparède, passer parmi les Naïdiens; mais un changement d'aussi peu d'importance peut-il justifier la création de noms dont le moindre inconvénient est de surcharger inutilement la nomenclature zoologique toujours trop embrouillée? Dans les Oligochètes limicoles se trouvent absolument les mêmes genres que chez M. Grube, excepté les *Capitella*, qui sont avec raison tout à fait retranchés; je ne parle pas naturellement de cinq nouveaux genres dont M. Claparède nous fait connaître les caractères très-développés avec cette précision à laquelle ajoute encore l'autorité bien connue de l'auteur sur ces sujets.

Dans ce même travail, un tableau ¹ indique la disposition de onze genres que l'auteur a particulièrement étudiés. Ce tableau résume d'une manière

¹ *Loc. cit.*, pag. 221.

heureuse les recherches consignées dans ce Mémoire, et en particulier ce qui se rapporte aux organes de la génération et au système des vaisseaux rouges. Je ne crois pas d'ailleurs que l'auteur ait voulu y indiquer une méthode générale de division des genres, souvent les caractères employés ne sont pas d'un emploi commode. En ce qui concerne la disposition anatomique des organes génitaux, qui y joue un grand rôle, je pense qu'il faut être sobre dans l'emploi qu'on en veut faire pour donner des caractères d'une grande valeur. En nous reportant aux animaux supérieurs, nous les voyons varier dans des limites très-étendues chez des animaux cependant très-voisins, et autant l'étude du développement nous est utile et nous donne dans les affinités réelles des êtres d'excellents renseignements, autant la nature paraît peu soucieuse de se conformer à un plan circonscrit dans les organes qui semblent cependant le plus immédiatement liés à ce développement; ceci a surtout rapport aux organes génitaux mâles dans leurs parties accessoires (canaux vecteurs, vésicules séminales, glandes annexes, etc.), et chez les Annélides lombricinae ce sont précisément ces parties auxquelles on a souvent eu égard. Ces organes ne nous donnent qu'un caractère important: c'est qu'ils nous font savoir quand nous avons affaire à un animal adulte. Dans l'emploi taxonomique, ils ont l'inconvénient d'être souvent transitoires et de subir dans leur évolution des changements qui les rendent parfois méconnaissables chez un même animal. On a cru, avec Dugès, répondre à cette objection en faisant observer que le même fait existe pour la classification des végétaux phanérogames, mais cette comparaison n'est pas absolument juste: la fleur n'est pas à proprement parler l'organe de la reproduction, c'est l'individu reproducteur, ce qui est bien différent. Je pense donc que dans le cas particulier qui nous occupe, ces raisons sont plus que suffisantes pour nous engager à n'employer ces caractères qu'avec réserve et seulement pour des distinctions inférieures d'espèce ou au plus de genre. Le système des vaisseaux rouges pourrait peut-être donner des indications plus utiles, si dans la classe voisine des Annélides proprement dites on ne le voyait chez des genres voisins présenter des modifications profondes dans sa composition, ce qui doit nous mettre en défiance: telles sont les Apneumées¹ au milieu du groupe des

¹ A. de Quatrefages; *Histoire naturelle des Annelés*, tom. I, pag. 60.

Térébelliens. En somme, pour en faire emploi il serait utile de chercher d'abord à bien savoir ce que signifie cet appareil, et si réellement ce liquide rouge, sans globules, représente le sang tel que nous le comprenons chez les vertébrés.

Quelques années avant le travail de M. Claparède, d'Udekem ¹ présenta à l'Académie des sciences de Belgique une classification tirée de considérations tout autres et qu'on pourrait appeler une classification physiologique. Ce travail, connu bien après sa présentation, par suite des retards inséparables de la publication de ces sortes de recueils, doit être considéré comme contemporain du précédent, et il n'est pas peu instructif de comparer les méthodes différentes employées à l'insu l'une de l'autre, par deux savants aussi compétents sur cette matière. En éliminant la famille des Capitellidées, admise par d'Udekem et qui doit plutôt rentrer dans le groupe des Annélides proprement dites, la classe des Lombriciens en renferme encore quatre autres: les Lombricidées, les Tubéfécidées, les Enchytridées, les Naïcidées. Dans un tableau ² où l'auteur résume sa classification d'après les caractères qui lui semblent sans doute de la plus grande importance, ces familles sont exclusivement distinguées par le mode de reproduction et les caractères du produit de la ponte. Les trois premières forment un groupe dit des *Agemmes*, la reproduction s'y faisant toujours par œufs; cet œuf est *petit* chez les Lombricidées, *volumineux* chez les autres, et la capsule est pluriovée chez les Tubéfécidées, tandis qu'elle ne contient qu'un œuf chez les Enchytridées. Les Naïcidées forment à eux seuls une tribu des *Gemmifères*, parce que la reproduction s'y fait habituellement par voie agame. Que ces caractères aient une grande valeur au point de vue de la zoologie philosophique, qu'un jour mis en relation avec l'organisation générale ils en fassent ressortir des analogies ou des différences importantes, c'est ce que l'avenir montrera; mais dans l'état actuel de la science il serait impossible de s'en contenter, et seuls ils seraient insuffisants, par leur manque de précision, pour permettre de placer un animal dans la famille à laquelle il appartient. Notons d'ailleurs que ces caractères reposent sur une généralisation anticipée, le mode de reproduction, le volume et la

¹ *Nouvelle classification des Annélides sétigères abranchées.* (Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, tom. XXXI, présenté à la séance du 6 mars 1858.)

² *Loc. cit.*, pag. 5.

composition des œufs ne nous étant connus que dans un très-petit nombre d'espèces et rien ne nous donnant la certitude que dans toutes les saisons à toutes les époques du développement, le mode de reproduction soit toujours le même. Ces réserves faites et justifiées par l'importance que d'Udekem paraissait attacher à cette classification, puisqu'il y revient dans l'introduction de son dernier ouvrage sur les Lombriciens¹, il faut ajouter que les caractères détaillés donnés à chacune de ces familles, la distribution des genres dans chacune d'elles, sont remarquablement traités. Le premier, il fait intervenir comme caractère important la disposition du tubedigestif, simple ou muni de dilatations stomacales, appareil qui mérite, je crois, de fixer plus qu'il ne le fait d'ordinaire l'attention des zoologistes. Ce travail cherche en outre à être aussi général que possible, et poursuit l'analyse jusqu'à l'établissement des espèces, en sorte qu'il complète d'une manière heureuse sur certains points le travail de M. Grube, d'autant plus que l'auteur nous dit les avoir déterminées presque toutes par des observations faites sur le vivant.

En cherchant, par un travail plus étendu, à résumer et faire connaître d'une manière pratique l'état de nos connaissances sur le groupe des Lombriciens, j'ai dû choisir, entre ces trois méthodes zoologique, anatomique et physiologique, celle qui me paraissait la plus convenable pour répartir les genres aussi commodément que possible sans trop rompre les rapports naturels. En ce qui concerne ce dernier point, il faut avouer que tous les êtres du groupe se ressemblent tellement, que la disposition des genres, dans une certaine limite, est souvent indifférente; cependant, en prenant les extrêmes, il est clair qu'il y a de notables distinctions à établir entre un Lombric, un Tubifex et un Chœtogaster, et qu'il existe des transitions très-ménagées des uns aux autres.

Si l'on veut se rendre compte des rapports de ce qu'on peut regarder comme les types les plus distincts, les Lombrics et les Naïs, on est porté à reconnaître aux premiers la supériorité organique. Les espèces ont des habitudes plus terrestres, la taille qu'ils peuvent atteindre est plus considérable, caractères qui, dans des animaux voisins, peuvent être pris en considération eu égard à l'élévation du type; ajoutons que tout l'ensemble des appareils examinés isolément vient à l'appui de cette opinion. Cependant, si l'on considère

¹ *Loc. cit.*, pag. 11.

la classe qu'on admet en général comme étant l'expression la plus élevée des vers, la classe des Annélides, on voit facilement qu'elle se rapproche plutôt des Naïdiens, se confond jusqu'à un certain point avec eux ; il me suffira de rappeler, d'une part les *Polyophthalmus*, les *Alma*, Grube, et de citer le nouveau genre *Heterochaeta* établi par M. Claparède pour un ver qui, par la forme de ses soies, s'écarte singulièrement de ce que nous connaissons chez les Lombriciens. Il faut en conclure que s'il existe un parallélisme à établir entre les deux classes, les Lombriciens proprement dits s'écartent en divergeant, tandis que les Naïdiens avoisinent les Annélides.

Dans le tableau ci-dessous, en m'aidant largement des travaux de mes devanciers, en particulier de ceux de M. Grube et de M. Claparède, auxquels j'ai souvent textuellement emprunté les distinctions, j'ai cherché à grouper de la manière la plus simple et la plus facile les différents genres rentrant dans la classe des Annélides lombricinales. Pour un certain nombre d'entre eux que je n'ai pu étudier par moi-même, j'ai dû m'en remettre aux descriptions qui nous ont été données par les auteurs ; cela n'arrive guère que pour les genres exotiques, beaucoup moins nombreux jusqu'ici que les genres européens, à l'étude desquels on s'est particulièrement attaché, et dont les espèces ont une aire d'extension assez vaste pour qu'il m'ait été possible d'en examiner un grand nombre, tant dans les environs de Paris et en Bretagne qu'auprès de Montpellier.

Ces recherches m'ont conduit à supprimer ou à réunir quelques genres dont les caractères ne me paraissent pas suffisamment nets. Par exemple, les genres *Limnodrilus*, Clap., et *Clitellio*, Sav., tous deux voisins des *Tubifex*, dont ils diffèrent surtout par l'absence de soies sétacées, ne me semblent pas distincts ; je ne crois pas que la présence d'une vésicule séminale greffée ou non greffée sur le canal déférent constitue, dans l'état actuel de nos connaissances, une différence générique suffisante. Par contre, le genre *Stylaria*, Lamk., qu'avec M. Grube et d'Udekem je réunis aux *Naïs*, mériterait peut-être d'en être distingué ; M. W.-C. Minor¹ a fait remarquer que la dilatation du tube digestif n'a pas la même forme dans les deux genres ;

¹ Upon merismatic Multiplication in some Annelida. (*American journal of Science and Arts*, vol. XXXV, jan. 1863, pag. 36, note.)

la reproduction asexuée viendrait, suivant cet auteur, à l'appui de cette division, elle serait toujours parbourgeon dans le premier, tandis qu'elle a lieu en même temps par scission chez les Naïs ; ce sont là des faits à considérer. Quant au genre *Pachydrilus*, Clap., si singulier par l'inégalité de ses soies supérieures et inférieures, j'ai pu le rencontrer en grande abondance dans la Mosson, près Montpellier, et mes observations me portent à n'y voir qu'un état jeune du *Phreoryctes*.

Il m'a paru nécessaire pour le *Lumbricus multispinus*, Grube, remarquable par le nombre et la disposition de ses soies, de former un nouveau genre pour lequel je propose le nom d'*Echinodrillus*, mais il demanderait évidemment de nouvelles études.

Ces légères rectifications sont les seules qu'il m'ait paru utile d'introduire dans la nomenclature établie d'ailleurs avec un très-grand soin, dans ces dernières années, par les différents naturalistes qui se sont occupés de ces êtres.

Pour grouper ces nombreux genres, après l'examen des différentes méthodes de classification mises en usage jusqu'ici et que j'ai résumées plus haut, j'ai cru devoir de préférence employer les caractères extérieurs, qui d'ailleurs pour bon nombre d'espèces sont tout ce que nous en connaissons, raison secondaire sans doute, mais qui a son importance dans un travail de la nature de celui que j'ai entrepris. Au reste, pour les Annélides, M. de Quatrefages¹ a parfaitement montré quelle était l'importance des modifications de la forme extérieure, suivant les principes professés par de Blainville, et les groupes sont assez voisins pour que ce qui est applicable à l'un d'eux *à priori*, puisse l'être à l'autre. C'est dire que la méthode de M. Grube est celle que j'ai adoptée, et d'ailleurs je la considère comme étant la meilleure à tous les points de vue.

Les deux familles des *Lumbricina* et des *Naïdea* admises par cet auteur me paraissent très-naturelles, et je les crois faciles à distinguer par la considération des soies. L'un des caractères distinctifs de tous les êtres compris dans ce groupe est, on le sait, de présenter de ces appendices qu'on doit regarder comme analogues à ceux plus nombreux et plus compliqués des

¹ Note sur la classification des Annélides. (Compt.-rend. de l'Acad. des scienc., tom. LX, séance du 27 mars 1865, et Hist. nat. des Annelés, tom. I, pag. 169.)

Annélides proprement dites, dont elles ne diffèrent généralement que par leur simplicité plus grande et leur petit nombre. Trois formes principales s'y rencontrent : les *soies simples*, coniques à leur extrémité libre, droites ou plus souvent recourbées légèrement en S ; les *soies bifides* qui diffèrent des précédentes par leur extrémité bifurquée, chacune des divisions étant recourbée en crochet ; enfin, les *soies capillaires simples*, très-ténues et beaucoup plus allongées que les précédentes. Les Annélides lombricines sont toujours pourvues d'une de ces sortes de soies, parfois de deux ; dans les deux remarquables genres *Heterochæta*, Clap., et *Ctenodrilus*, Clap¹., s'y joignent d'autres appendices renflés et cupiliformes à l'extrémité chez le premier, offrant en ce même point des prolongements en dents de peigne chez le second ; ce sont là jusqu'ici des faits exceptionnels.

En examinant la manière dont les différentes espèces de soies se rencontrent chez les diverses espèces, il est facile de reconnaître que les soies simples sont particulières aux *Lumbricina*, tandis que les deux autres variétés sont spéciales aux *Näidea*. Si l'on a égard à l'emploi qu'en fait l'animal, on est porté à admettre que cette différence de forme n'est point sans quelque rapport avec les habitudes et le milieu plus ou moins résistant que recherchent les uns et les autres de ces animaux. Ces considérations forcent de reporter parmi les *Lumbricina*, les genres *Euaxes*, Grube, et *Trichodrilus*, Clap. Quant aux *Pachydrilus*, Clap. et aux *Enchytræus*, Henlé, qui malgré leurs soies simples offrent néanmoins beaucoup de rapport avec les *Näidea*, on peut en former une tribu parmi les *Lumbricina*, ce qui d'ailleurs avait été déjà indiqué par Hoffmeister¹.

Parmi les *Näidea*, deux genres seuls, d'après M. Claparède, présenteraient des soies simples : ce sont les *Stylodrilus* et les *Clitellio*. N'ayant pu examiner par moi-même les premiers, je ferai simplement remarquer que la diagnose du genre porte : « soies en forme de crochets simples ou indistinctement bifides » ; j'en appellerais à un nouvel examen. Pour ce qui est des *Clitellio*, abstraction faite des *Limnodrilus*, qui, comme je l'ai dit plus haut, doivent leur être réunis, les deux espèces marines les seules connues jus-

¹ *Beobachtungen über wirbellose Thiere von Normandie*, pag. 25. Leipzig, 1863.

² *Die Arten d. Regenwürmer*. Préface. pag. 4. 1865.

qu'ici : *Cl. arenarius*, O. Fab. Müller, et *Cl. Benedii*, d'Udekem ¹, sont très-communes sur les côtes de Bretagne et dans la Méditerranée au voisinage de Cette; j'ai pu en recueillir un grand nombre et je n'ai jamais trouvé les crochets simples lorsque je les ai examinés dans des conditions convenables; c'est aussi ce que d'Udekem avait avancé dans sa nouvelle classification des Annélides sétigères abranches.

Il faut dire que ce caractère, au premier abord des plus simples à constater, exige cependant pour être vu nettement certaines précautions, attendu qu'il est souvent nécessaire, et c'est ce qui a lieu en particulier pour les *Cli-tellio*, et surtout le *Cl. Benedii*, d'employer de forts grossissements de 5 à 4 cents fois, et d'examiner des préparations convenablement transparentes. Sur le vivant il est rare que l'on puisse obtenir de bons résultats, même avec l'emploi du compresseur. L'écrasement simple donne également des préparations souvent insuffisantes. La méthode que j'ai habituellement employée, consiste à tuer les animaux brusquement dans l'alcool, où on peut les laisser séjourner un ou deux jours; si leurs dimensions le permettent, on les fend longitudinalement pour enlever le tube intestinal et même par raclage une portion des couches musculaires sous-cutanée; cette dernière opération doit être faite avec de grandes précautions, pour ne pas enlever les soies. Les échantillons sont ensuite laissés pendant quelques heures dans la benzine et montés enfin dans le baume du Canada.

Les Naïdes ainsi caractérisés présentent, comme la première famille, des types dégradés et assez distincts par la disposition de leurs soies et peut-être par leurs mœurs; il est bien entendu que pour ce dernier point je ne fais ici allusion qu'au genre principal, les *Chaetogaster*, Baer, le seul qui nous soit convenablement connu. Les soies fourchues ou pectinées sur deux rangs seulement, les caractérisent suffisamment, indépendamment d'autres caractères anatomiques sur lesquels je ne crois pas devoir ici m'appesantir. La disposition de ces appendices sur un seul rang de chaque côté, a été admise par presque tous les observateurs; je me bornerai à citer les noms de M. Grube,

¹ Cette espèce a été décrite par M. Claparède sous le nom de *Cl. ater* en 1861, mais ce nom ne doit pas être conservé, M. d'Udekem ayant, trois ans avant, donné à cet animal l'appellation de *Tubifex Benedii*. (*Loc. cit.*, pag. 11.)

de d'Udekem, de M. Schmarda; cependant M. Leydig¹ pense que cela est dû à une illusion produite par la lamelle de verre sous laquelle on a l'habitude d'examiner ces animaux, mais, suivant lui, en les regardant sans cette compression et traitant par l'acide acétique, on reconnaît que les soies sont en réalité sur deux rangs de chaque côté, c'est-à-dire quadriseriées, comme chez la plupart des Annélides lombricines. Malgré l'autorité de ce savant anatomiste, et après avoir répété l'observation dans les conditions énoncées sur le *Chætogaster Limnæi*, je ne puis me ranger à cette opinion, et les soies m'ont toujours paru nettement biseriées.

Parmi les Naïdiens proprement dits, se trouve au plus bas degré un genre dont l'organisation fait évidemment passage aux Chætogastriens; je veux parler du genre *Æolosoma*, Hemp. et Ehr. Quelques espèces, comme l'ont montré M. Fr. Leydig² et M. Schmarda, ont les soies uniseriées; cependant j'ai cru devoir les laisser dans la première tribu, en les rapprochant du genre *Mesopachys*, OErsted, qui par malheur nous est incomplètement connu. C'est là un type intermédiaire, comme le règne animal nous en présente si souvent.

Il me paraît inutile de m'appesantir ici sur la distinction et la disposition des genres dont le tableau ci-dessous pourra faire juger d'un coup d'œil; les caractères sont presque tous empruntés aux travaux souvent cités de Hoffmeister, de d'Udekem, de M. Claparède, etc. Conformément aux principes énoncés plus haut, j'ai toujours pris de préférence ceux tirés de la conformation et de la disposition des organes du mouvement, c'est-à-dire des soies, mettant en seconde ligne la disposition des vaisseaux rouges et les organes génitaux, et préférant, en ce qui concerne ces derniers, avoir égard aux rapports de ces appareils plutôt qu'à la composition ou la complication anatomique.

La classification des Annélides lombricines, ainsi comprise, est loin sans doute de la perfection qu'on désirerait y trouver; je crois cependant qu'elle présente certains avantages au point de vue de la clarté, et qu'elle complète

¹ Ueber *Phreoryctes Menkeanus*, pag. 252, note 2.

² Ueber die Annelidengattung *Æolosoma*. (*Arch. f. Anat. u. Phys.*, 1865, pag. 360.)

à certains égards la classification de M. Grube, auquel l'idée fondamentale est empruntée. D'ici longtemps peut-être nous ne connaissons qu'une très-faible partie des animaux qui appartiennent à ce groupe. Dans les recherches de M. Schmarda, à peu près les seules qui aient été entreprises sur les espèces étrangères à l'Europe, sont décrits plusieurs types nouveaux fort curieux. Des travaux analogues ne manqueraient pas d'en multiplier le nombre; mais tant que nos connaissances seront aussi bornées, il serait inutile de chercher à se faire une vue d'ensemble impossible à réaliser, et nos essais ne peuvent être considérés que comme des travaux provisoires.

ORDRE DES ANNÉLIDES LOMBRICINES.

2 FAMILLES. — 4 TRIBUS.

Soies.....	{	Simples (<i>Lumbricina</i>) {	Soies isolées ou groupées deux par deux ¹	LUMBRICINA PROPRIA.
		Bifides ou capillaires, au moins en partie, rarement pectinées (<i>Naidæa</i>) {	Soies au nombre de trois ou plus par faisceaux.....	ENCHYTRÆINA.
			Soies sur quatre rangs, exceptionnellement bisériées, et alors toutes capillaires.....	NAÏDEA PROPRIA.
			Soies bisériées, jamais capillaires.....	CHÆTOGASTRINA.

PREMIÈRE FAMILLE. — LUMBRICINA.

1^{re} TRIBU. — Lumbricina propria.

Un rang de soies sur la ligne dorsale au moins antérieurement.	{	Soies très-nombreuses. {	Régulièrement distribués autour du corps.....	<i>Perichæta</i> , Schmarda.	
		Soies au nombre de neuf au plus par anneau. {	Sur des papilles rassemblées à la partie dorsale.....	<i>Megascolex</i> ² , Templeton.	
			Alternant longitudinalement d'anneau en anneau.....	<i>Pontocoler</i> , Schmarda.	
			En séries longitudinales régulières.....	<i>Hypogonon</i> , Savigny.	
			20 soies en quatre groupes.....	<i>Echinodrilus</i> , nov. gen.	
Pas de soies sur la ligne dorsale. Sur chaque anneau	{	Réceptacles de la semence en avant des canaux déférents. {	Pas de vaisseaux latéraux en cœcums. {	Lobe céphalique distinct {	avec un prolongement postérieur entamant plus ou moins le premier anneau sétigère. <i>Lumbricus</i> , Linné.
8 soies.					
4 soies.					

¹ L'*Echinodrilus multispinus*, Grube, a les soies réunies cinq par cinq, mais les caractères cités sont trop semblables à ceux des véritables Lombriciens pour qu'on puisse le placer ailleurs.

² Genre mal connu, qu'il vaudrait peut-être mieux laisser aux *Incertæ sedis*.

II^e TRIB. — *Enchytrœina*.

- { Sang généralement rouge, pas de pores à la ligne dorsale..... *Pachydritus*, Claparède.
- { Sang incolore, un pore sur chaque segment à la ligne dorsale..... *Enchytrœus*, Henle.

DEUXIÈME FAMILLE. — **NAIDEA**.

I^{er} TRIB. — *Naidea propria*.

Soies dorsales du cinquième au treizième anneau cupuliformes à l'extrémité..... *Heterochaeta*, Claparède.

Une paire de pénis acérés, longs et non rétractiles..... *Stylodrilus*, Claparède.

Anses vasculaires avec des cœcums contractiles..... *Lumbriculus*, Grube.

Toutes les soies fourchues..... *Citellio*, Savigny.

Des anses vasculaires di-

latées et contractiles au

viii^e anneau au moins.. *Tubifex*, Lamarck.

Pas d'anses vasculaires

contractiles..... *Nais*, Muller.

..... *Dero*, Oken.

Nombreuses..... *Autophorus*, Schmarda.

Au nombre de deux..... *Mesopachys*, Ersted.

Tube digestif libre, cylindrique.....

Tube digestif présentant des dilatations ou

spiral..... *Æolosoma*, Hempr. et Erh.

II^e TRIB. — *Chœtogastrina*.

{ Soies simplement fourchues..... *Chaetogaster*, Baer.

{ Soies présentant latéralement à l'extrémité des prolongements en dents de peigne..... *Ctenodrilus*, Claparède.

EXPLICATION DES FIGURES

PLANCHE VI.

Perichaeta Cingulata (Schmarda). — (Fig. 1-8).

FIG. 1. *Perichaeta cingulata* vu du côté dorsal.

- a. Clitellum.
- b. Perforations dorsales.

FIG. 2. Clitellum et anneaux voisins vus par le côté ventral.

- a. Clitellum.
- b. Papilles au centre desquelles débouchent les canaux déférents.

FIG. 3. Soie dessinée au grossissement de 214 diamètres.

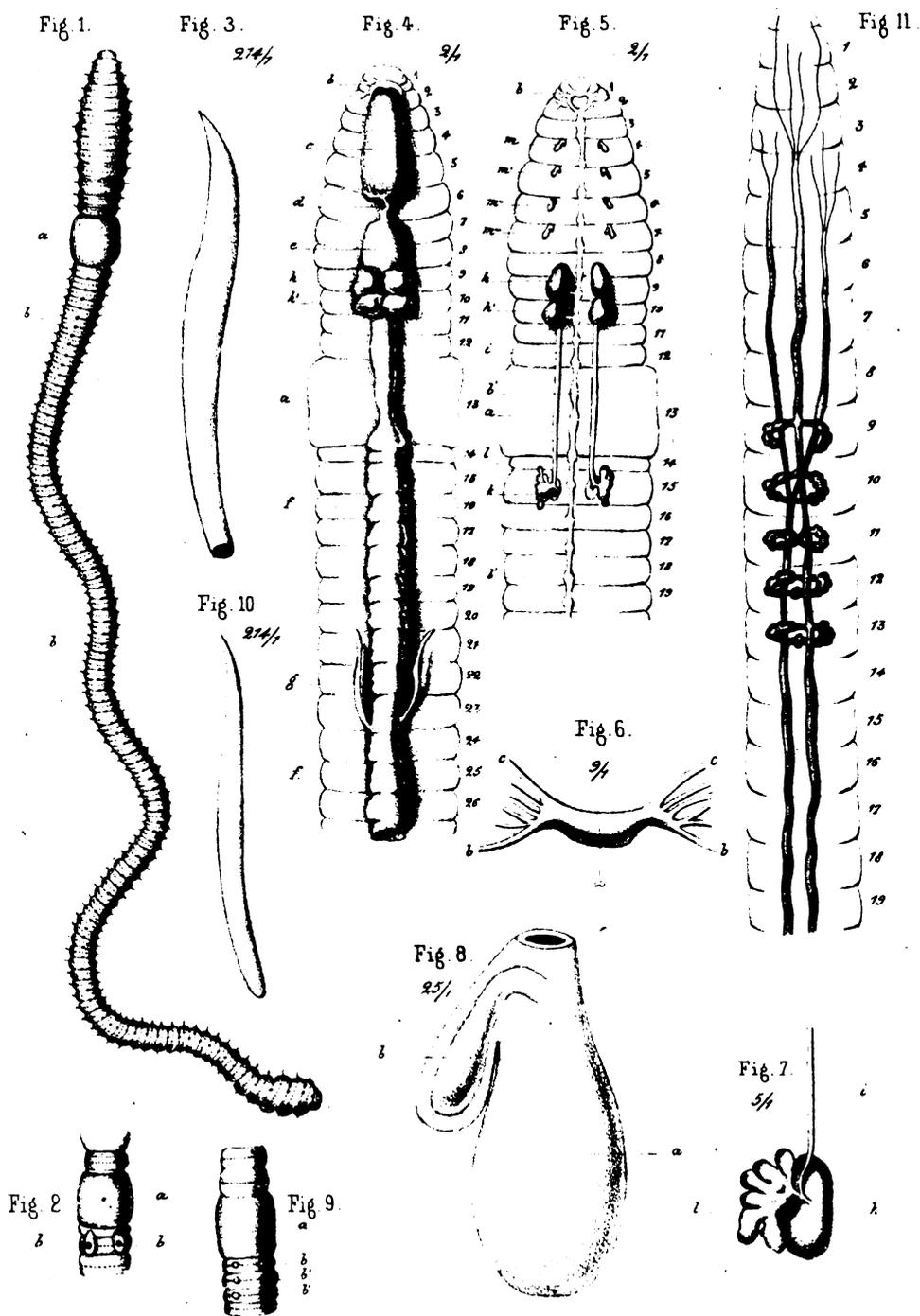
FIG. 4. Animal ouvert par la partie dorsale pour montrer la disposition et les rapports de l'appareil digestif. — Gross. 2 diam.

(Dans cette figure, comme dans les *fig. 5* et *11*, les chiffres placés à droite indiquent le rang des anneaux, le clitellum étant arbitrairement compté pour un anneau).

- a. Clitellum.
- b. Ganglion nerveux sus-œsophagien.
- c. Pharynx.
- d. OEsophage.
- e. Gésier musculéux.
- f. Portion gastro-intestinale du tube digestif.
- g. Diverticules en œcum de la portion gastro-intestinale.
- h. Testicules antérieurs.
- h' Testicules postérieurs.

FIG. 5. Même préparation que pour la figure précédente, l'appareil digestif a été enlevé pour laisser voir la chaîne ganglionnaire et les organes génitaux mâles. — Gross. 2 diam.

- a. Clitellum.
- b. Collier œsophagien.
- b'. Chaîne nerveuse ventrale.
- h. Testicules antérieurs.
- h'. Testicules postérieurs.
- i. Canal déférent.
- k. Papille au centre de laquelle débouche le canal déférent.
- l. Glande accessoire du canal déférent (Prostate ?).
- m, m', m'', m'''. Poches copulatrices.



L.V

NOTE SUR L'ANATOMIE DU GENRE PERICHŒTA [Schmarda]

Fig. 1-8 Perichœta cingulata (Schmarda)

Fig. 9-11 Perichœta posthuma sp. n.

FIG. 6. Ganglions sus-œsophagiens. — Gross. 9 diam.

- a. Portion centrale ne présentant aucune trace de la division en deux masses latérales.
- b. Connectifs péri-œsophagiens.
- c. Nerfs du lobe céphalique.

FIG. 7. Portion terminale des organes génitaux mâles du côté gauche. — Gross. 5 diam.

- i. Canal déférent.
- k. Papille au centre de laquelle débouche le canal déférent.
- l. Glande accessoire du canal déférent (Prostate ?).

FIG. 8. Une des poches copulatrices du côté droit.

- a. Cul-de-sac externe.
- b. Cul-de-sac interne.

Perichœta posthuma. N. sp. — (FIG. 9-11).

FIG. 9. Clitellum et anneaux voisins vus par le côté ventral.

- a. Clitellum.
- b, b', b''. Papilles post-clitelliennes, c'est au centre de la papille intermédiaire b' que débouche le canal déférent.

FIG. 10. Soie dessinée au grossissement de 214 diamètres.

FIG. 11. Vaisseaux dorso-ventraux moniliformes entourant les organes digestifs et génitaux du neuvième au treizième segment.

(Cette figure est empruntée à des dessins inédits de d'Udekem).



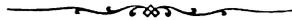
NOTE

SUR DES

GRANULATIONS MOLÉCULAIRES

DE DIVERSES ORIGINES ,

Par M. LE RICQUE DE MONCHY.



Il existe dans les liquides qui baignent les éléments organiques des végétaux, des insectes et des animaux, des granulations moléculaires d'une extrême petitesse, dont le diamètre ne va pas au-delà de un à trois millièmes de millimètre. Elles sont douées d'un mouvement oscillatoire. Ces granulations, d'une forme légèrement ovoïde, réfractant fortement la lumière, et dont on s'est fort peu occupé jusqu'à présent, paraissent, malgré leur ténuité, jouer un grand rôle dans la vie végétative des tissus organiques des végétaux et des animaux.

Le cambium, les liquides des végétaux jusque dans les parties les plus voisines de la moelle, contiennent une grande quantité de ces granulations moléculaires, que la plupart des botanistes ont désignées sous le nom de globules mobiles, et dont ils se sont servis pour démontrer la circulation de la sève et indiquer son mode de circulation. Les botanistes, jusqu'à présent, ne paraissent les avoir considérés qu'à ce point de vue. Dans les utricules polliniques nagent aussi des granules oscillants qui ne paraissent pas, sous le microscope, différer beaucoup par la forme, chez la plupart des

végétaux, des globules mobiles du cambium et de la sève. Les fruits de certains végétaux, les pommes et les poires entre autres, les graines féculentes, contiennent une grande quantité de ces granules oscillants. Certaines parties liquides du corps des animaux et des insectes en contiennent ou en portent aussi. La cellule formant le revêtement noir de la choroïde contient une grande quantité de granulations douées du mouvement oscillatoire. Le labyrinthe membraneux de l'oreille interne ou le liquide qui l'entoure, et la partie liquide du corps de la chenille, de l'œuf de papillon et de la partie postérieure du corps de l'araignée, portent aussi des granules oscillants. Ces deux dernières parties présentent, sous le microscope, un véritable fourmillement. Tous ces granules oscillants, d'une forme identique, en apparence au moins, sont des organismes ayant une action énergique (bien que parfois différente), à la manière des ferments, sur quelques-unes des matières avec lesquelles ils sont en contact dans leur milieu naturel. C'est ce que je me propose de démontrer par les expériences que je vais décrire.

Action des granules oscillants du cambium et de la sève des végétaux sur le sucre de canne. — Je recueillis au printemps, dans de l'eau distillée créosotée, les granules oscillants du cambium du *Saule*, et je les isolai absolument, en laissant d'abord se précipiter au fond d'un vase les matières les plus lourdes, notamment les grains de fécule. Je versai ensuite le liquide qui contenait en suspension les granules mobiles, sur un filtre à tissu blanc et lâche, bien lavé à l'eau distillée. L'extrême petitesse de ces granules leur permet de passer à travers le papier à filtrer ordinaire; il est dès-lors facile de les isoler. Je répétai l'expérience avec des filtres faits avec du papier d'un tissu plus serré, jusqu'à ce que le liquide ne montrât plus au microscope que les granules en suspension dans l'eau distillée. Je recueillis ensuite ces granules sur un filtre double fait avec du papier Berzélius, et je lavai le tout à l'eau distillée créosotée; ou bien je laissai se précipiter au fond d'un vase les granules oscillants. J'enlevai alors l'eau à l'aide d'un siphon et lavai ces granules trois ou quatre fois à l'eau distillée créosotée, en les laissant se précipiter de nouveau au fond d'un vase en verre et en enlevant le liquide avec un siphon. Je fis ensuite dissoudre 20 grammes de sucre de canne exempt de glucose dans 200 grammes d'eau distillée créosotée, et

j'introduisis ce mélange par portion égale dans deux ballons en verre. Je fis bouillir ces liqueurs et fermai immédiatement et hermétiquement ces ballons. Après refroidissement convenable, je les débouchai et introduisis dans le *ballon 1* les granules oscillants du cambium ; je le refermai hermétiquement, ainsi que le *ballon 2* contenant seulement la liqueur sucrée simplement créosotée. Je me suis assuré que les liqueurs contenues dans les deux ballons ne réduisaient pas le réactif cupropotassique, même après ébullition. Le quatrième jour, la liqueur du *ballon 1* donna des traces certaines de réduction du réactif cupropotassique, et le sixième, une forte réduction rouge commençant par le haut bien avant l'ébullition. L'eau sucrée du *ballon 2* ne montra aucune trace de réduction ; il en fut de même vingt jours après le commencement de l'expérience. Les granules oscillants introduits dans la liqueur du *ballon 1* avaient seuls transformé le sucre de canne en glucose, car le microscope n'y montra ni *mycélium*, ni *vibrions*, ni *bactéries*, etc., mais uniquement les granules oscillants.

Je répétai l'expérience avec des granules oscillants provenant des parties du bois voisines de la moelle du *Saule*. Le diamètre de ces granules est remarquablement plus grand que celui des granules du cambium et des parties du bois voisines de l'écorce ; beaucoup laissent voir un point noir central. Les grains de fécule sont plus rares. J'obtins les mêmes résultats que dans l'expérience qui précède ; seulement l'activité de ces granules, comme ferments, à température égale, se montra notablement inférieure à celle des autres granules provenant du cambium et des parties du bois voisines de l'écorce.

Je fis la même expérience, en les préparant de la même manière, avec les granules oscillants du cambium et de la sève du *Lilas*, du *Marronnier*, du *Géranium*, de l'*Hortensia*, ainsi qu'avec des granules vibrants de plantes aquatiques, du *Jussiaea grandiflora*, du *Limnocaris Humboldsis*, et des pétales de la fleur du *Lotus* et de la Rose. J'obtins toujours les mêmes résultats.

Action des granules oscillants du cambium et de la sève sur l'empois de fécule. — Je préparai de la même manière que ci-dessus des granules oscillants du cambium du *Saule*. Je pris ensuite 60 grammes de fécule pure

que je divisai en deux parties égales et lavai trois fois séparément dans de l'eau distillée. J'introduisis ces deux portions de fécule dans deux ballons en verre A et B, contenant chacun 300 grammes d'eau distillée créosotée. Je portai ensuite ce mélange à l'ébullition et obtins un empois bien lié, d'une consistance convenable et d'une belle couleur opaline. Je fermai immédiatement les deux ballons. Après refroidissement convenable, je les débouchai et introduisis dans le *ballon* A les granules oscillants du cambium du *Saule*; je fermai aussitôt ce ballon hermétiquement, ainsi que le *ballon* B qui ne contenait que de l'empois de fécule créosoté sans corpuscules oscillants. Deux jours après l'expérience, un commencement de liquéfaction de l'empois du *ballon* A était certain; le septième jour, la dissolution de la fécule était complète et le liquide trouble. Quinze jours après le commencement de l'expérience, une partie de la fécule dissoute était saccharifiée. Examinée au microscope, elle ne contenait ni *mycélium*, ni *vibrions*, ni *bactéries*, etc. Les granules oscillants que j'y avais introduits seuls se voyaient. L'empois du *ballon* B, qui devait servir de témoin, était complètement intact et avait conservé sa belle couleur opaline.

Je répétai l'expérience, et obtins les mêmes résultats avec les granules oscillants provenant des plantes aquatiques et des fleurs dont j'ai parlé plus haut. La dissolution de la fécule et la saccharification eurent lieu moins promptement cependant.

Action des granules oscillants de la pomme et de la poire sur l'empois de fécule. — Je préparai dans de l'eau distillée fortement créosotée, des granules oscillants de la pomme de *Reinette grise*, et je les isolai et les lavai de la manière que j'ai indiquée plus haut. Je préparai ensuite, comme précédemment, de l'empois de fécule créosoté et bouilli dans deux ballons en verre. Je mis en contact avec l'empois d'un des ballons les granules oscillants des *Reinettes grises*, et fermai hermétiquement ce ballon, ainsi que l'autre qui ne contenait que de l'empois créosoté seulement. La liquéfaction complète de l'empois en contact avec les granules oscillants eut lieu, mais moins promptement que dans l'expérience faite avec les granules du *Saule*. La saccharification de la fécule dissoute surtout fut plus longue à s'opérer, et principalement encore lorsque j'employais des granules oscillants prove-

nant de *Reinettes* mûres, alors que les grains de fécule y étaient devenus rares. La saccharification de l'empois du premier ballon avait eu lieu depuis longtemps, que l'empois créosoté seulement du second ballon et servant de témoin était encore intact et avait conservé sa belle couleur opaline. Dans la liqueur formée par la fécule dissoute et saccharifiée, on ne voyait au microscope que les granules que j'avais mis dans l'empois de fécule, et par conséquent il n'y avait ni *mycélium*, ni *vibrions*, ni *bactéries*, etc.

Les mêmes résultats furent obtenus avec des granules provenant de la pulpe de poires.

Action des granules oscillants provenant de graines féculentes. — Après avoir lavé plusieurs fois à l'eau distillée et décortiqué une certaine quantité de graines de *Haricot*, j'en raclai la pulpe, que je délayai dans une grande quantité d'eau distillée créosotée. Je laissai ce liquide en repos pendant douze heures, afin de laisser se précipiter au fond du vase les grains de fécule et les matières les plus lourdes, de manière à n'avoir en suspension dans le liquide que les granules oscillants. Pour achever d'isoler absolument ces granules, je versai le liquide sur un filtre fait avec du papier blanc à filtrer d'un tissu lâche. Leur extrême petitesse permet aux granules oscillants de passer à travers le filtre. Lorsque le microscope ne montra plus que ces granules dans le liquide, je les recueillis de la manière que j'ai indiquée plus haut pour ceux du cambium, et je les mis en contact avec de l'empois de fécule bouilli et créosoté. La dissolution et la saccharification de la fécule eut lieu, mais lentement. Après cette transformation, on ne voyait dans le liquide absolument que les granules que j'avais mis dans l'empois. Une autre portion du même empois créosoté seulement et laissé comme témoin était parfaitement intacte.

Action des granules oscillants de l'utricule pollinique sur le sucre de canne. — Dans l'utricule pollinique nagent une quantité prodigieuse de granules oscillants semblables, par la forme et la grandeur chez la plupart des végétaux, aux granules oscillants dont j'ai parlé plus haut. Les granules polliniques des *Malvacées* diffèrent cependant de ceux de beaucoup d'autres plantes par leur grandeur et par leur forme qui est plus allongée et plus ou

moins irrégulière. Les granules polliniques de l'*Hibiscus syriacus* sont remarquables sous ce rapport. Je reviendrai plus loin sur ce sujet.

Je recueillis sur une plaque de verre bien lavé une assez grande quantité de pollen de *Convolvulacées*, en ayant soin d'écartier, au moyen de l'inspection à la loupe, les rares corps étrangers qui pouvaient s'y trouver mêlés. Puis je fis éjaculer les utricules polliniques dans de l'eau distillée créosotée, et je me débarrassai des grains de pollen vidés en versant le liquide sur une mousseline lavée dans de l'eau distillée bouillante. Je versai ensuite le liquide sur un filtre fait avec du papier à filtrer blanc à tissu lâche. Les granules de l'utricule pollinique étant les corps les plus petits en suspension dans le liquide, eux seuls passent à travers le filtre. La liqueur ainsi filtrée, d'une belle couleur opaline, offre sous le microscope un véritable fourmillement de granules polliniques oscillants, et l'objectif n° 7 de Nacet ne laisse voir aucun corps étranger. Je recueillis ces granules par le procédé que j'employai pour recueillir ceux du cambium, etc.; et après les avoir lavés plusieurs fois à l'eau distillée créosotée, je les mis en contact avec une dissolution de sucre de canne exempt de glucose, faite avec de l'eau distillée créosotée et préalablement portée à l'ébullition. Deux jours après l'expérience, une partie au moins du sucre de canne était transformée en glucose. La liqueur réduisit fortement en rouge le réactif cupropotassique. Quinze jours après l'expérience, une portion de cette même dissolution sucrée, qui n'avait été que créosotée seulement et qui servait de témoin, ne donna pas de trace de réduction du même réactif.

Le résultat de l'expérience qui précède fut confirmé par celle que voici : Je fis une autre dissolution créosotée de sucre de canne exempt de glucose. Cette liqueur sucrée, au début observée au saccharimètre, donnait, pour déviation du plan de polarisation, 60,7 à droite ; elle fut mise par portion égale dans deux ballons en verre ; dans l'une des deux j'introduisis des granules de l'utricule pollinique semblables à ceux de l'expérience qui précède, et fermai aussitôt hermétiquement les deux ballons. La liqueur en contact avec les granules de l'utricule pollinique fut observée de nouveau au saccharimètre dix jours après l'expérience ; elle ne donna plus que 54,5 à droite. La liqueur créosotée simplement et servant de témoin de l'autre ballon n'indiqua aucun changement dans la déviation du plan de polarisation.

Je mis en contact avec une dissolution créosotée de sucre de canne pur, des granules de l'utricule pollinique de l'*Hibiscus syriacus*, en laissant toujours comme témoin une portion créosotée seulement de la même dissolution sucrée. J'obtins les mêmes résultats, plus énergiquement encore qu'avec les granules de l'utricule pollinique de convolvulacées, etc. L'enveloppe des utricules polliniques de ce grand arbuste est fort compacte probablement, en tout cas d'une nature telle qu'un séjour de vingt-quatre heures dans l'eau ne les fait pas éjaculer. On peut donc les laver à l'eau distillée autant que l'on veut. Pour en isoler les granules oscillants, j'ai dû écraser les utricules polliniques entre deux lames de verre bien lavées, et les mettre ainsi préparés dans de l'eau distillée créosotée. Une portion d'une liqueur sucrée qui n'avait été que créosotée et servant de témoin, ne donnait aucune trace de réduction du réactif cupropotassique quinze jours après l'expérience que je viens de rapporter, tandis que l'autre portion de la liqueur sucrée créosotée en contact avec les granules, en donnait une des plus fortes dès les premiers jours et ne laissait voir rien d'étranger aux granules.

Je répétai encore l'expérience avec les granules de l'utricule pollinique du *Lavatera*, de la *Mauve commune*, de l'*Hemeraucalis flava*, du *Lis blanc*, du *Punica nana*, de l'*Althea rosea*, etc. ; j'obtins toujours les mêmes résultats.

Action des granules oscillants de l'utricule pollinique sur l'empois de fécule. — Je préparai comme ci-dessus des granules de l'utricule pollinique de l'*Hibiscus syriacus* et deux portions d'un même empois de fécule bouilli et créosoté dans deux ballons en verre. Je mis ces granules oscillants en contact avec l'empois d'un de ces ballons que je fermai aussitôt hermétiquement, ainsi que l'autre ballon contenant l'empois créosoté seulement et servant de témoin. Deux jours après cette expérience, une partie de l'empois était liquéfiée ; six jours après, la dissolution de la fécule était complète, mais il fallut vingt-cinq ou trente jours pour trouver des traces certaines de saccharification de la fécule dissoute, qui ne montra alors sous le microscope ni *mycélium*, ni *vibrions*, ni *bactéries*, etc. , mais seulement les granules de l'utricule pollinique. L'empois créosoté seulement de l'autre ballon était complètement intact et avait conservé sa couleur opaline. L'action principale

des granules oscillants de l'utricule pollinique avait donc été, ici, la dissolution de la fécule.

J'ai obtenu les mêmes résultats avec les granules de l'utricule pollinique de convolvulacées et d'autres espèces de plantes.

Action de granules oscillants provenant des matières liquides des insectes. — Œufs de papillon. — Les œufs de papillon (de papillon du ver à soie entre autres) contiennent, dans l'état sain et normal, une quantité prodigieuse de corpuscules sphériques ou légèrement elliptiques, d'une petitesse extrême; ils sont infiniment plus petits que les corpuscules dits de Cornalia. Je choisis des lots d'œufs de papillon du ver à soie entièrement exempts de ces derniers corpuscules à l'intérieur et à l'extérieur. Je lavai une dizaine de fois avec une nouvelle eau distillée créosotée ces lots d'œufs de papillon jusqu'à ce que le microscope ne montrât plus, dans l'eau de lavage, de corps étrangers et surtout d'autres corpuscules oscillants aussi. Je choisis, parmi ceux que je venais de préparer comme ci-dessus, un lot que le microscope me montra exempt aussi de *microzymas* de M. Béchamp, qui a indiqué la manière de distinguer ces derniers des corpuscules oscillants existant à l'état normal dans les œufs sains. Ce savant chimiste a signalé ces *microzymas* comme une des causes de la maladie des vers à soie.

Ces œufs de papillon absolument purs furent écrasés entre deux lames de verre bien lavées, et furent mis dans l'eau distillée créosotée. Pour me débarrasser des enveloppes des œufs, je passai le liquide à travers une mousseline d'un tissu serré, lavée préalablement à l'eau distillée bouillante; puis j'isolai les granules oscillants de la manière que j'ai indiquée plus haut pour les granules du cambium et de l'utricule pollinique, etc. Puis je les mis en contact avec une portion d'une dissolution bouillie et créosotée de sucre de canne pur, dans un ballon en verre que je fermai hermétiquement, ainsi qu'un autre ballon contenant l'autre portion de cette même dissolution sucrée sans corpuscules. La transformation en glucose du sucre de canne contenu dans le premier ballon eut lieu promptement. Plusieurs mois après l'expérience, la liqueur sucrée et créosotée ne contenant pas de corpuscules et devant servir de témoin, ne donna pas encore de trace de réduction du réactif cupropotassique.

Action des granules oscillants des œufs de papillon du ver à soie sur la fécule. — Je préparai de la même manière que ci-dessus d'autres granules oscillants d'œufs de papillon du ver à soie ; je les mis en contact avec une portion d'empois de fécule créosoté et bouilli, préparé, comme je l'ai indiqué plus haut, dans un ballon en verre que je fermai hermétiquement, ainsi qu'un autre ballon contenant l'autre portion d'empois créosoté seulement et sans granules oscillants. Le quatrième jour après l'expérience, la fécule en contact avec les granules était dissoute complètement. La fécule rendue soluble était restée claire, presque transparente ; sa couleur n'était guère altérée ; mais quatre mois après l'expérience, la fécule dissoute étant filtrée ne donna pas de trace de réduction du réactif cupropotassique : la saccharification n'avait donc pas eu lieu. L'action sur la fécule des granules oscillants des œufs de papillon ne va donc pas au-delà de la dissolution. La fécule dissoute ne contenait ni *mycélium*, ni *vibrions*, ni *bactéries*, etc. ; en un mot, rien d'étranger aux granules oscillants. L'empois créosoté simplement du second ballon et servant de témoin, était resté complètement intact.

Action des granules oscillants des œufs de papillon sur la gélatine. — Je fis, comme précédemment, une préparation de granules oscillants d'œufs de papillon du ver à soie. Je lavai ensuite à l'eau distillée de la gélatine blanche et pure, que j'introduisis dans un ballon en verre avec de l'eau distillée créosotée. Je portai le tout à l'ébullition ; je m'assurai ensuite par le refroidissement que ce mélange formait une gelée convenable ; je la rendis de nouveau fluide à l'aide d'une douce chaleur, et en versai la moitié dans un autre ballon en verre. J'introduisis alors les granules oscillants dans l'un de ces deux ballons, que je fermai aussitôt hermétiquement, ainsi que l'autre ballon qui contenait la gelée simplement créosotée. Ce ne fut que vingt jours après l'expérience que la gelée en contact avec les granules oscillants du premier ballon fut fluidifiée ou liquéfiée sans retour, c'est-à-dire sans qu'une basse température la fit coaguler de nouveau. La gelée fluidifiée examinée au microscope ne contenait ni *vibrions*, ni *bactéries*, etc. ; les granules que j'y avais mis seuls s'y voyaient oscillants encore ; ce liquide *n'exhalait aucune mauvaise odeur*. La gelée créosotée simplement, et qui ne contenait pas de granules oscillants, se recoagula très-vite sous l'influence de la température

basse qui n'avait pu faire reçoaguler de nouveau la gelée fluidifiée qui contenait des granules oscillants; la gelée qui n'en contenait pas et qui devait servir de témoin, était donc restée intacte.

Je fis une expérience avec de l'albumine pure préparée par la méthode de Wurtz et étendue d'eau distillée créosotée. Observé au saccharimètre, ce liquide donnait pour déviation du plan de polarisation 14 à gauche. Vingt-quatre jours après l'expérience, ce liquide fut filtré et observé de nouveau au saccharimètre; on observa pour déviation du plan de polarisation 15,8 à gauche. L'action des granules oscillants sur l'albumine avait donc été nulle. On comprend que l'albumine étant une matière plastique servant à la formation des tissus, ne devait pas être détruite par les granules oscillants de l'œuf de papillon qui sont en contact dans l'œuf même avec une matière analogue entourant la cellule-mère ou le germe. Quoi qu'il en soit, ce résultat négatif a une grande importance au point de vue de la théorie de l'action, comme ferments, des granules oscillants dont je viens de parler et de ceux que je vais signaler plus loin. Je veux dire que le résultat négatif que je viens de constater avec une matière aussi putrescible que l'albumine confirme l'idée que la transformation du sucre de canne en glucose, la dissolution et la saccharification de la fécule et la fluidification ou la liquéfaction de la gelée de gélatine, dans les expériences que j'ai rapportées plus haut, sont bien dues à l'action des granules oscillants; car si les transformations dont je viens de parler étaient dues à des influences extérieures, l'albumine, une des matières les plus fermentescibles qui existent, les aurait subies à plus forte raison. Je suis donc en droit de dire que les granules oscillants de l'œuf de papillon n'ont pas d'action sur l'albumine et en ont sur les matières dont j'ai parlé plus haut.

Granules oscillants provenant des matières liquides de la chenille et de l'abdomen de l'araignée. — J'ai constaté aussi l'action, comme ferments, de ces granules sur le sucre de canne, l'empois de fécule et la gelée de gélatine.

Action des granulations oscillantes de la cellule formant le revêtement noir de la face interne de la choroïde sur le sucre de canne. — On sait que dans l'œil des animaux, entre la membrane nommée *sclérotique* et la *rétine*, se trouve une autre membrane, la *choroïde*. La face interne de la sclé-

rotique est unie d'une manière assez lâche à la *choroïde* par des vaisseaux, des nerfs et du tissu cellulaire. La face interne de la *choroïde* se met en contact avec la rétine, mais sans y adhérer. On sait aussi que cette face porte un revêtement noir formé de cellules polyédriques qui contiennent des granulations d'une petitesse extrême (d'un diamètre de un millième de millimètre et au-dessous) douées d'un mouvement oscillatoire. Ces cellules polyédriques, mises dans l'eau, se gonflent par endosmose, se déchirent et donnent passage aux granulations qui y étaient contenues. Ces granulations sont si petites qu'elles passent à travers un filtre non plissé fait avec une double feuille de papier Berzélius. Il est donc très-facile de les isoler d'une manière absolue. La choroïde de l'œil de l'homme et du bœuf porte une grande quantité de ces cellules polyédriques. Je recueillis dans de l'eau distillée créosotée celles de huit yeux de bœuf. Les cellules se déchirèrent dans cette eau et rendirent libres les granulations qu'elles contenaient. Pour me débarrasser des corps étrangers, je versai le liquide sur différents filtres faits avec du papier blanc à filtrer et à tissu plus ou moins serré, et enfin sur un filtre double, c'est-à-dire fait avec deux feuilles de papier Berzélius. Les granulations de la cellule formant le revêtement noir de la face interne de la choroïde, passent à travers ce filtre à tissu très-serré. Le microscope ne montre dans le liquide ainsi filtré qu'une fourmilière de granulations oscillantes absolument isolées. Je laissai se précipiter au fond d'un vase en verre ces granulations ainsi préparées, puis j'enlevai le liquide à l'aide d'un siphon. Je versai de l'eau distillée créosotée sur ces granulations et les laissai de nouveau se précipiter. Je répétai l'expérience plusieurs fois pour les bien laver. Je les mis enfin en contact dans un ballon en verre, après refroidissement convenable, avec une portion d'une dissolution créosotée et bouillie de sucre de canne exempt de glucose. Je mis dans un autre ballon l'autre portion de liqueur sucrée créosotée simplement que je portai à l'ébullition, et fermai hermétiquement les deux ballons. Huit jours après l'expérience, la liqueur en contact avec les granulations fut filtrée plusieurs fois; elle réduisit fortement en rouge le réactif cupropotassique. Une partie, au moins, du sucre de canne avait donc été transformée en glucose. La liqueur observée au microscope ne contenait ni *mycélium*, ni *vibrions*, ni *bactéries*, etc., mais seulement les granulations que j'y avais introduites. L'eau sucrée créosotée et ne

contenant pas de granulations de l'autre ballon, ne donna pas plus de trace de réduction du réactif cuivrique qu'au commencement de l'expérience; il en fut de même deux mois après cet essai. Je répétai l'expérience avec des granulations oscillantes provenant d'yeux de lapins, etc., etc.; j'obtins les mêmes résultats, mais moins promptement, parce j'opérais nécessairement avec une quantité moindre de granulations.

Action de granulations oscillantes de même origine sur la gelée de gélatine. — Je préparai de la même manière que ci-dessus des granulations oscillantes provenant de la cellule formant le revêtement noir de la face interne de la choroïde de huit yeux de bœuf. Je lavai bien une portion de gélatine blanche et pure que je fis bouillir dans de l'eau distillée. Je mis cette gelée, par portion égale, dans trois ballons en verre, et fis tomber dans la gelée des *ballons 1* et *2* six gouttes de créosote; je ne mis rien dans celle du *ballon 3* que je fermai aussitôt hermétiquement.

J'introduisis dans le *ballon 1* les granulations oscillantes et le fermai hermétiquement, ainsi que le *ballon 2* qui contenait simplement de la gelée de gélatine créosotée. La fluidification ou la liquéfaction sans retour de la gélatine du *ballon 1*, en contact avec les granules oscillants, eut lieu assez promptement, sans qu'une basse température la fit coaguler de nouveau; elle ne contenait ni *moisissures*, ni *vibrions*, ni *bactéries*, etc., mais seulement les granulations oscillantes; elle n'exhalait *aucune mauvaise odeur*. La gelée de gélatine du *ballon 2* était intacte: une basse température la fit coaguler de nouveau; il en fut de même deux mois après le commencement de l'expérience. La gelée du *ballon 3* qui avait été abandonnée à elle-même, c'est-à-dire, qui ne contenait ni granules oscillants ni créosote, exhalait, le jour de l'observation du contenu des deux autres ballons, *une mauvaise odeur*. Ce liquide, observé au microscope, contenait beaucoup de *vibrions* et de *bactéries*; une très-basse température ne put le faire coaguler de nouveau.

Il résulte de ces trois expériences que la créosote a suffisamment préservé la gelée du *ballon 2* de toute altération qu'a subie la gelée abandonnée à elle-même du *ballon 3*. Par conséquent l'altération de la gelée créosotée et contenant les granulations oscillantes du *ballon 1*, est bien due à ces granulations

moléculaires, comme l'altération de la gelée du *ballon 2* est due à l'apparition des vibrions et des bactéries.

Action des granules oscillants du labyrinthe membraneux de l'oreille interne ou du liquide qui l'entoure, sur le sucre de canne. — La quantité nécessairement restreinte de ces granules oscillants que plusieurs têtes de bœuf ont pu me procurer immédiatement après la mort des animaux, ne m'a permis que de faire des expériences dans une simple éprouvette et sur le sucre de canne. Après avoir isolé et lavé à l'eau distillée créosotée ces granules oscillants, je les mis en contact avec une dissolution créosotée de sucre de canne dans une petite éprouvette que je fermai au feu immédiatement. Dix jours après l'expérience, la liqueur sucrée créosotée réduisit en rouge, et avant l'ébullition, le réactif cupropotassique. Une partie du sucre de canne, au moins, avait donc été transformée en glucose.

PREMIÈRE REMARQUE. — Il résulte, de toutes les expériences qui précèdent, que les granules oscillants du cambium et de la sève des végétaux, sans en excepter les végétaux aquatiques, les granules oscillants de l'utricule pollinique des plantes et des arbustes, ceux de l'œuf de papillon et des matières liquides du corps des animaux et des insectes, les granulations des cellules formant la couche noire de la face interne de la choroïde, et les granules oscillants du labyrinthe membraneux de l'oreille interne ou du liquide qui l'entoure, agissent sur le sucre de canne, la fécule, et quelques-uns sur la gelée de gélatine, à la manière des ferments organisés.

De tous les granules oscillants de même forme apparente sous les plus forts grossissements du microscope, et de diamètre égal approximativement, un seul est resté sans action, comme ferment, sur le sucre de canne, la fécule, et la gélatine : c'est celui que nous avons observé dans le sang de l'homme et de divers animaux herbivores, une demi-heure après la sortie du sang de la veine ou de l'artère. Nous n'avons pas eu l'occasion de nous procurer du sang d'animal exclusivement carnivore. Ces granulations moléculaires oscillantes du sang, complètement différentes par la grandeur des globules sanguins rouges ou blancs, ont été, à la vérité, forcément essayés comme ferments, dans des conditions différentes de celles où elles se trouvent dans la

nature; mais les autres, provenant de végétaux ou d'animaux, l'ont été aussi de même, et cependant elles avaient conservé leur activité. Quoi qu'il en soit, voici comment nous avons opéré : Le sang d'une femme non malade, mais saignée seulement pour une trop grande abondance de sang, fut reçu directement de la veine dans un ballon contenant une dissolution créosolée de sucre de canne exempt de glucose. Ce ballon fut aussitôt fermé hermétiquement et soumis dans une étuve à une température de 30 à 35 degrés. Quarante jours après le début de l'expérience, le mélange sucré fut filtré; il ne réduisit absolument pas le réactif cupropotassique.

Pour s'assurer si la transformation du sucre en glucose ne serait pas masquée par une cause quelconque qui empêcherait la réduction du réactif d'avoir lieu, on mit dans un mortier en marbre blanc, du noir animal sur lequel on versa une certaine quantité du mélange de sang et d'eau sucrée contenu dans ledit ballon, pour en faire une pâte épaisse qu'on délaya dans un peu d'eau distillée. Le tout fut versé sur un filtre blanc. Le liquide qui passa limpide ne réduisit en aucune façon le réactif cupropotassique. Il était important de voir si le sucre n'avait pas disparu par une cause quelconque. Ce qui restait du liquide filtré fut mis dans une éprouvette avec addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, pour transformer immédiatement en glucose le sucre de canne, s'il y en avait encore. La liqueur fut portée à ébullition, puis additionnée de deux gouttes de potasse caustique pour neutraliser l'acide; le liquide prit une teinte jaunâtre. Un peu de réactif cupropotassique ajouté, sans chauffer de nouveau le tout, fut immédiatement réduit en rouge vif. Le sucre de canne existait donc encore dans la liqueur en contact avec les granulations oscillantes et le sang, et n'avait pas, par conséquent, été transformée en glucose. Deux mois après le début de l'expérience, un nouvel essai donna le même résultat négatif. Le sang, sans mauvaise odeur, ne contenait ni vibrions, ni bactéries, etc. Il m'a paru que le nombre des granulations moléculaires oscillantes était plus grand que lorsque j'observai au microscope une autre portion du même sang très-peu de temps après sa sortie de la veine. Je répétai l'expérience avec du sang veineux, puis avec du sang artériel de chevaux non malades. Le même résultat négatif fut obtenu. Il est devenu certain pour nous que, dans ces dernières expériences, le nombre des granulations moléculaires avait prodigieusement augmenté.

Je répétais l'expérience en débarrassant le sang de sa fibrine. Le même résultat négatif fut obtenu. Enfin, j'isolai les granulations moléculaires en débarrassant encore le sang de la fibrine et en ajoutant à ce liquide sept ou huit fois son volume d'eau distillée créosotée. Je battis ce mélange fortement et longtemps, pour faire se gonfler par endosmose et se déchirer les enveloppes des globules sanguins. Le mélange versé dans plusieurs vases à précipité en verre, fut laissé en repos pendant huit heures. Il se fit un précipité floconneux. J'enlevai le liquide contenant en suspension les granulations moléculaires oscillantes, que je laissai ensuite se précipiter au fond d'un vase en verre, après que différents filtrages, comme je l'ai indiqué plus haut, n'aient plus laissé voir au microscope, dans le liquide, absolument que les granulations moléculaires. Je lavai à plusieurs eaux distillées le dépôt rouge composé exclusivement de granulations moléculaires qui finirent par perdre un peu de leur coloration rouge par le lavage ; la masse du dépôt avait pris définitivement une couleur grise. Je mis ces granulations moléculaires en contact avec une dissolution créosotée de sucre de canne pur de glucose. Trente jours après l'expérience, la liqueur sucrée ne donna aucune trace de réduction du réactif cupropotassique. La transformation du sucre de canne n'avait donc pas eu lieu.

Je mis des granulations moléculaires du sang de cheval en contact avec une gelée créosotée de gélatine blanche. Quarante jours après l'expérience, la gelée se recoagula très-vite à une température basse. Ces granulations moléculaires n'avaient pas eu plus d'action sur la gélatine que sur le sucre de canne. Ces résultats négatifs, qui rendent difficile la désignation du rôle de ces granulations moléculaires, ont néanmoins une importance relative. Le sang est une des matières les plus putrescibles qui existent; cependant, sous l'influence de la créosote, malgré une température constante de 30 à 35 degrés, il est resté, avec les granulations moléculaires qu'il contenait, parfaitement exempt de mauvaise odeur et sans action sur le sucre de canne et la gelée créosotée de gélatine, autre matière très-putrescible. Cependant les préparations avec le sang ont été faites forcément dans des conditions moins favorables que ne l'ont été les précédentes préparations, pour se préserver des influences extérieures. Ce résultat négatif avec des matières aussi putrescibles me donne, une fois de plus, le droit de conclure que la trans-

formation du sucre de canne en glucose, la dissolution et la saccharification de la fécule et la fluidification ou la liquéfaction de la gélatine dans les expériences que j'ai rapportées plus haut, sont bien dues à l'action des granules oscillants du cambium, des œufs de papillon, et des granulations des cellules formant le revêtement noir de la face interne de la choroïde, etc

2^{me} REMARQUE. M. le Dr de Ranse, dans la *Gazette médicale de Paris* du 31 octobre 1868, fait remarquer que dans les humeurs pathologiques, de même que dans celles d'un animal qui vient de mourir, on voit apparaître une grande quantité de granulations, alors que précédemment il en existait peu ou point. Les éléments figurés eux-mêmes, ajoute-t-il, qui sur le vivant renferment très-peu de granulations, paraissent très-granuleux après la mort. Le savant docteur cite aussi l'opinion de M. Robin, qui attribue la formation des granulations après la mort à la coagulation des humeurs. On serait volontiers porté à trouver dans ces faits et ces opinions l'explication de l'unique exception de granulations oscillantes de même forme et de même grandeur que celles des autres liquides organiques des animaux, n'ayant pas d'action, à la manière des ferments, sur la gelée de gélatine, la fécule ou le sucre de canne. Mais nous pensons que ces idées, en rapport avec les faits dans de certaines circonstances, ne peuvent s'appliquer aux granulations moléculaires du sang dont il est ici question; en voici la raison: le nombre des granulations moléculaires du sang augmentait primitivement tous les jours; après un certain temps, le nombre en diminuait en raison des granulations gonflées et des vésicules à point noir central qui apparaissaient. Les granulations moléculaires avaient fini par disparaître, et on ne voyait plus que de rares vésicules à point noir central et un nombre prodigieux de cellules à noyau et à nucléole, contenant en outre des granulations. De la diminution du nombre des granulations moléculaires primitives correspondant à l'augmentation du nombre des cellules à noyau, etc., j'en ai tiré la conclusion que c'étaient les granulations primitives qui s'étaient transformées successivement en vésicules à point noir central et en cellules à noyau et nucléole, etc. Puisque les granulations moléculaires primitives se transforment ainsi en cellules, à l'état complet, ce sont donc des corps organisés, ce qui exclut, ce nous semble, l'idée qu'elles ne seraient que le résultat de la

simple coagulation de matières ou d'humeurs. Toujours est-il que ce n'est pas sur le sucre de canne, la fécule et la gelée de gélatine, que les granulations moléculaires du sang dont nous parlons ont une action.

Nature des granules oscillants du cambium et de la sève. — En outre des granules oscillants dont j'ai parlé, le cambium et la sève contiennent de petits filaments d'une ténuité égale à celle des granules, et doués aussi d'un mouvement oscillatoire. Ces *bâtonnets* ressemblent beaucoup aux *bactéries*, mais ils n'ont que cela de commun avec elles. Ces *bâtonnets* ne sont pas non plus des *vibrions* ; en voici la preuve : les *bactéries* et les *vibrions* sont insolubles dans la potasse caustique. Or, les granules oscillants et les *bâtonnets* du cambium et de la sève disparaissent instantanément dans une dissolution de potasse au dixième ; ces *bâtonnets* ne sont donc ni des *bactéries* ni des *vibrions*. Ils ne sont pas composés non plus de matière minérale. Leur enveloppe n'est pas de la matière féculente, car une préparation très-chargée de ces granules ne bleuit pas par l'addition d'une goutte d'iode. Voici l'expérience à laquelle j'ai eu recours pour cette constatation : pour me débarrasser des matières albumineuses qui auraient pu se trouver dans la préparation, et masquer l'action de l'iode sur les matières féculentes, s'il s'en trouvait, je fis évaporer à une chaleur douce, sur une lame de verre, presque tout le liquide d'une préparation très-chargée de granules oscillants et de *bâtonnets* ; je fis tomber sur cette préparation quelques gouttes d'acide nitrique et d'une dissolution de potasse assez étendue d'eau, puis une goutte d'iode. Le liquide observé à l'œil nu et au microscope ne bleuit pas. Quelques matières qui, par leur forme et leur grosseur, ne pouvaient être confondues avec les granules oscillants et les *bâtonnets*, disparus du reste, avaient pris une teinte bleuâtre. L'iode avait donc conservé sa propriété de colorer en bleu certaine matière. Le liquide n'avait pris qu'une teinte jaunâtre donnée par l'iode. Puisque les granules oscillants ne sont composés ni de matière minérale, ni de matière féculente, il est très-probable qu'une matière albuminoïde entre dans leur composition. Il serait possible aussi que les granules fussent gonflés par endosmose dans la dissolution de potasse, que les enveloppes fussent déchirées sans être dissoutes, et que leur petitesse et leur grande transparence empêchassent de les voir au microscope. S'il en était ainsi, et c'est

probable, l'enveloppe des granules pourrait être composée de cellulose, Je parlerai un peu plus loin d'expériences de ce genre faites sur les granules de l'utricule pollinique de l'*Hibiscus syriacus*, dont la grosseur exceptionnelle permet de les observer dans la dissolution de potasse, et de déterminer la composition de leur enveloppe.

Les granules oscillants du cambium se reproduisent. Je n'ai obtenu de résultats bien concluants à cet égard qu'en faisant des expériences au printemps. Le 9 mai 1866, je recueillis dans de l'eau distillée créosotée, les granules oscillants du cambium de plusieurs branches de *Saule*. Ce liquide laissait voir au microscope une grande quantité de granules et de *bâtonnets* doués aussi d'un mouvement oscillatoire, mais solubles dans une dissolution de potasse comme les granules oscillants, ce qui démontre en outre que ce ne sont ni des *bactéries* ni des *vibrions*. J'ajoutai de l'eau distillée au liquide jusqu'à ce qu'il ne me montrât plus dans le champ du microscope, après avoir été bien agité avec une baguette en verre, que 8 ou 9 granules oscillants. La moyenne d'une série de dix observations fut 8,6 granules oscillants dans le champ du microscope, sans grand écart dans la généralité des observations microscopiques. Le 12 mai, la moyenne d'une autre série de dix observations, en employant le même grossissement, fut, cette fois, 16,4 granules oscillants, après avoir bien agité le liquide comme la première fois. Le 16, la moyenne d'un même nombre d'observations fut 28,7 ; l'erreur n'était plus possible : il devenait évident que du 9 au 15 les granules oscillants s'étaient multipliés.

En faisant cette expérience au printemps, on se rend bien compte de cette multiplication des granules oscillants, et de quelle façon elle s'opère. Le microscope avec un fort grossissement fait voir dans une préparation un peu chargée de cambium reçu dans de l'eau distillée, d'abord des grains de fécule dont il ne peut être question ici, ensuite des granules oscillants dont quelques-uns ont sur une de leurs extrémités une pointe aiguë ressemblant à un bourgeonnement ; d'autres en ont deux diamétralement opposées ; alors la cellule ou vésicule a la forme d'un fuseau ; on voit des vésicules dont les tigelles sont plus allongées encore. Le microscope montre aussi des vésicules plus grandes ayant un point noir central, et des *bâtonnets* d'une grosseur égale à celle des granules oscillants ; quelques-uns sont lisses d'un bout à l'autre ; quelques-autres présentent deux, trois et même quatre étranglements à

tous les degrés d'avancement ; il s'en trouve de si marqués que les plus forts grossissements laissent à peine voir le point d'attache. Les différents degrés d'avancement de l'étranglement ne permettent pas de supposer que ces *bâtonnets* soient plusieurs granules oscillants réunis simplement comme des grains de chapelet. Il semble donc résulter de ce qui précède que les granules oscillants se reproduisent par scissiparité, et que les *bâtonnets* eux-mêmes se divisent et produisent chacun trois ou quatre granules oscillants. En résumé, les granules oscillants du cambium se reproduisent, signe d'une vie qui leur est propre ; ils agissent à la manière des ferments sur le sucre de de canne et la fécule : ce sont donc des ferments organisés.

L'idée que les granules oscillants du cambium et de la sève seraient le résultat d'une simple coagulation de matières entrant dans la composition de ces liquides végétaux, n'est pas admissible, puisqu'ils agissent comme ferments, bien qu'insolubles dans l'eau sucrée : car on sait qu'au point de vue chimique, *corpora non agunt nisi soluta*. Les granules oscillants du cambium et de la sève sont donc des ferments organisés et non le résultat d'une simple et fortuite coagulation de matières.

Nature des granules oscillants de l'utricule pollinique. — Les granules de l'utricule pollinique varient beaucoup par la forme et la grandeur, selon les végétaux chez lesquels on les observe. Ceux des grands végétaux, du *Catalpa*, du *Tilleul argenté*, par exemple, sont très-petits ; leur forme elliptique est à peine appréciable, tandis que les granules de l'utricule pollinique des *Convolvulacées* sont plus gros. Il en est de même de ceux du *Lis blanc*, du *Punica nana*, etc ; mais ceux des *Malvacées* se distinguent par leur grandeur et surtout par leur forme. Les granules de l'utricule pollinique de l'*Althea rosea* ont une forme elliptique très-prononcée ; ceux de la *Mauve* ont une forme irrégulière. Mais les granules de l'utricule pollinique qui se distinguent le plus, par leur grandeur et par la bizarrerie de leur forme, très-variée du reste, sont ceux de l'*Hibiscus syriacus* ; viennent après eux, sous ce rapport, les granules du *Lavatera*, autre *malvacée*. La forme des granules de l'*Hibiscus syriacus*, que l'on voit par centaines dans un même champ du microscope, est extrêmement variable. La forme sphérique est très-rare, celle de l'ellipse est plus commune. Les plus nombreux semblent être formés de deux de ces

granules qui seraient soudés ensemble, sans apparence de suture, et formant ensemble un angle plus ou moins ouvert chez les différents individus. D'autres ont la forme du croissant. Quelques-uns ne présentent qu'une simple sinuosité ou petite anse sur un de leurs côtés. Beaucoup portent trois lobes ou plutôt trois cornes faisant entre elles des angles des plus variés, selon les individus.

Ces formes si variées se retrouvent chez les granules de l'utricule pollinique des boutons déjà bien formés des fleurs de l'*Hibiscus syriacus*. Il faut ouvrir les boutons qui ne sont encore qu'à l'état rudimentaire, pour ne trouver dans les utricules polliniques que des granules grands et petits sous la forme d'une vésicule sphéroïdale à point noir central. Quand le bouton s'est un peu développé, on voit de très-rare granules fins et d'une forme très-allongée, et un très-grand nombre de grandes vésicules à point noir central, portant une sorte d'excroissance en forme de corne ou de croissant, ou se terminant en pointe. Il est donc évident que la forme primitive des granules de l'*Hibiscus syriacus* est une vésicule sphéroïdale, et que ces vésicules se transforment, d'où résulte la forme de granule simple fort allongé, ou en forme de croissant, ou bien bilobé et même trilobé. Les cellules primitives ont donc éprouvé un développement; elles sont par conséquent douées d'une vie qui leur est propre. De plus, les granules oscillants de l'utricule pollinique, insolubles dans la dissolution de sucre de canne, agissent néanmoins sur ce sucre pour le transformer en glucose. Or, au point de vue chimique, *corpora non agunt nisi soluta*: ces granules ont donc consommé nécessairement une partie du sucre de canne, et ce ne peut être que par un acte physiologique de nutrition. Les granules de l'utricule pollinique sont donc des ferments organisés.

Dans ses *Nouveaux éléments de botanique*, 1838, pag. 338, A. Richard rapporte l'expérience de M. Fritsche (de Berlin), qui a reconnu par le moyen de l'iode que les granules polliniques ou spermatiques des végétaux sont de nature amylacée, puisqu'ils prennent une belle teinte bleue par l'emploi de l'iode. — La *fovilla* dans laquelle nagent les granules de l'utricule pollinique de l'*Hibiscus syriacus*, peut contenir une matière amylacée; l'enveloppe des granules peut en être imprégnée; ces granules eux-mêmes peuvent contenir dans leur intérieur une matière amylacée, mais leur enve-

loppe n'en est pas composée ; en voici la preuve : je recueillis, préparai et lavai de la manière indiquée plus haut les granules de l'utriculé pollinique de quarante fleurs de *Hibiscus syriacus*, et les laissai se précipiter au fond d'un vase en verre. Après avoir enlevé le liquide à l'aide d'un siphon, je mis une très-minime quantité de ces granules sur une lame en verre, et les recouvris d'une autre mince lame aussi en verre, dite couvre-objet. Après avoir mis la préparation sous l'objectif du microscope, j'introduisis entre les deux lames de verre une goutte d'une dissolution concentrée de potasse pure, en observant en même temps les granules. Au premier contact, ils pâlirent, se gonflèrent, et une tache longue, irrégulière et brune, apparut dans le sens du grand axe. L'enveloppe des granules se déchira, pâlit encore, mais ne fut pas dissoute. Après cette constatation, on versa 12 grammes d'une dissolution de potasse pure au dixième sur les autres granules de l'utriculé pollinique. Les débris des enveloppes mirent trois jours à se précipiter au fond du vase en verre. Le liquide fut enlevé à l'aide d'un siphon ; puis on versa sur les débris d'enveloppes 30 grammes d'eau distillée, et on les laissa se précipiter de nouveau. Cette opération fut répétée trois fois. Le précipité, séché au bain-marie, fut mis en contact avec quelques gouttes d'acide sulfurique pur pendant une heure et demie ; puis ce mélange, additionné d'eau distillée, fut chauffé à 80° pendant deux heures, en laissant ce liquide se concentrer ; on ajouta ensuite quelques gouttes d'une dissolution de potasse pour neutraliser les acides. Enfin la liqueur fut filtrée et mise dans une éprouvette avec addition du réactif cupropotassique. A l'ébullition, une légère réduction en rouge se montra, et très-peu de temps après, un précipité rouge en quantité très-notable se forma. Ce résultat, n'annonçant qu'une minime quantité de glucose, est parfaitement en rapport avec la très-petite quantité en poids de matière expérimentée, quelques milligrammes au plus. On s'était assuré que le réactif à l'ébullition ne donnait pas la plus légère trace de réduction. Les débris d'enveloppes de granules ne pouvaient être une matière albuminoïde ou amylacée, puisque ces matières auraient été dissoutes par la potasse et enlevées par le lavage et le décantage. Ces débris avaient été transformés en glucose par l'acide sulfurique ; par conséquent ils ne pouvaient être composés que d'une matière analogue à la cellulose.

La dissolution de potasse avec laquelle les granules de l'utricule pollinique avaient été mis en contact, fut additionnée de quelques gouttes d'iode; la liqueur ne bleuit pas. L'addition de quatre gouttes d'acide nitrique fit prendre au liquide une belle teinte bleue très-prononcée. Les granules de l'utricule pollinique, ceux de l'*Hibiscus syriacus*, au-moins, contiennent donc une matière féculente que la potasse dissout; l'enveloppe n'en contient pas. Les granules de l'utricule pollinique des autres végétaux, insolubles dans l'eau, sont aussi instantanément dissous dans une dissolution de potasse concentrée; mais les enveloppes des granules de l'utricule pollinique de la plupart des végétaux sont si petites que le microscope n'en laisse voir aucune trace; il devient dès-lors difficile de dire si les enveloppes sont tout à fait dissoutes ou si elles ne sont que déchirées, comme celles de l'*Hibiscus syriacus*, ce qui est fort probable, même pour les enveloppes des granules du cambium dont j'ai parlé plus haut.

Nature des granules oscillants des œufs de papillon. — Ces granules, qui existent à l'état normal dans les œufs de papillon du ver à soie, entre autres, sont insolubles dans la dissolution concentrée de potasse et dans l'acide acétique. Ce n'est qu'après un contact de six ou sept minutes avec la potasse qu'ils perdent leur mouvement oscillatoire. Isolés de nouveau et remis dans de l'eau distillée, ils reprennent immédiatement leur mouvement oscillatoire. Mais après un séjour de quelques heures dans la potasse, ils perdent leur activité comme ferments; ils la perdent aussi après avoir été soumis à une température de 100°. Puisque ces granules sont insolubles dans la potasse et l'acide acétique, leur enveloppe n'est pas composée de matière albuminoïde ou grasseuse; ces corps microscopiques n'étant pas composés non plus de matière minérale, puisqu'ils agissent comme ferments, leur enveloppe est donc formée très-probablement d'une matière analogue à la cellulose, et ce sont des ferments organisés.

Nature des granules oscillants formant le revêtement noir de la face interne de la choroïde. — Les granulations des cellules polyédriques formant le revêtement noir de la face interne de la choroïde sont aussi insolubles dans la dissolution de potasse et l'acide acétique; elles perdent aussi

leur activité comme ferments, par un contact un peu prolongé avec la potasse, et après avoir été exposées à une température de 100°. L'enveloppe de ces granulations n'est pas composée de matière albuminoïde ou grasseuse ; leur insolubilité dans la potasse et l'acide acétique le prouve. Leur enveloppe est composée d'une matière analogue à la cellulose ; en voici la preuve : Je recueillis et isolai les granulations des cellules formant le revêtement noir de la cho-roidé de quatorze yeux de bœuf. Je versai sur ces granulations une dissolution concentrée de potasse pure, et les laissai se précipiter au fond du vase. Le liquide fut enlevé à l'aide d'un siphon et les granulations furent lavées à plusieurs eaux distillées. Ces dernières, précipitées de nouveau, furent séchées complètement à une température de 70 à 80°. Cinq gouttes d'acide sulfurique furent versées sur ces granulations, et après un contact de six heures on versa sur cette préparation 20 grammes d'eau distillée. On porta le tout à une température de 80°, que l'on maintint pendant cinq quarts d'heure. L'acide fut neutralisé par l'addition, goutte à goutte, de carbonate de baryte, et le mélange porté à l'ébullition. La préparation fut filtrée ; puis enfin une très-petite portion de liquide qui passa fut mise dans une éprouvette et additionnée de réactif cupropotassique. Bien avant que ce mélange ne fût portée à l'ébullition, il se produisit une assez forte réduction en rouge. La liqueur ne fut pas portée à l'ébullition ; il ne se produisit pas moins, après un faible refroidissement, un fort précipité rouge. On s'était assuré préalablement que le réactif seul ne donnait aucune trace de réduction, même après ébullition. On fit évaporer au bain-marie l'autre partie du liquide filtré. Il resta un résidu gluant, qui n'offrit aucune trace de cristallisation plusieurs jours après l'opération. Il fut délayé avec du réactif cupropotassique. La liqueur à peine chauffée offrit une énorme réduction en rouge. Une partie au moins de la matière qui composait ces granulations, l'enveloppe, avait donc été transformée en glucose ; elle a donné les mêmes résultats que les matières ligneuses donnent quand elles sont traitées de la même manière, c'est-à-dire qu'elles sont transformées en glucose par l'acide sulfurique.

Une très-minime partie des granulations avait été primitivement conservée. Chauffée lentement et ensuite jusqu'au rouge sur une lame de platine, elle répandit une odeur de corne brûlée, puis brûla tout à son aise. Les cendres

avaient une couleur de rouille et étaient alcalines. L'odeur de corne brûlée indiquait la présence d'une matière albuminoïde. Ce résultat fut confirmé par l'expérience que voici : La dissolution de potasse avec laquelle les granulations avaient été en contact pendant une douzaine de jours fut jetée sur un filtre préparé au sulfate de baryte. On ajouta à la liqueur filtrée de l'acide sulfurique jusqu'à ce qu'elle annonçât un état acide. Peu de temps après, elle devint louche, et le lendemain un précipité s'était formé au fond du vase. Un peu de ce précipité fut chauffé sur une lame de platine ; il s'exhala une odeur prononcée de corne brûlée. Un peu de potasse fut mise dans une éprouvette et chauffée jusqu'à ébullition, et après qu'on se fût assuré que la potasse ne contenait pas d'ammoniaque, le précipité fut introduit dans la potasse, et le tout chauffé de nouveau jusqu'à ébullition. Cette fois, il se répandit une vapeur ammoniacale. Les deux expériences, qui se confirment réciproquement, prouvent que le précipité contenait une matière albuminoïde qui entrait dans la composition des granulations. De toutes ces expériences, il résulte qu'il entre dans la composition des granulations des cellules formant le revêtement noir de la choroïde, une matière albuminoïde et de la cellulose. Puisqu'elles sont insolubles et qu'elles agissent néanmoins à la manière des ferments sur le sucre de canne et la gélatine, et qu'au point de vue chimique, *corpora non agunt nisi soluta*, ces granulations sont donc des ferments organisés, et la transformation du sucre n'est que le résultat d'un acte de nutrition.

TROISIÈME REMARQUE. — L'axiome, au point de vue chimique, que je viens de citer, démontre également que les granules oscillants du labyrinthe membraneux de l'oreille interne, ceux du liquide contenu dans le corps de la chenille, de l'abdomen de l'araignée, les granules oscillants des fruits, tels que les pommes et les poires, des graines féculentes comme celle des haricots, etc., insolubles aussi, sont des ferments organisés.

Les transformations du sucre de canne, de la fécule et de la gélatine par les ferments organisés dont je parle depuis le commencement de ce Mémoire, sont les résultats d'actes physiologiques de nutrition. Les ferments organisés se sont nourris des matières environnantes. Il en est résulté une excrétion, une zymase qui a transformé les matières mortes dans lesquelles se trou-

vaient ces ferments. Nous pensons que l'on doit appliquer à ce résultat la qualification de pseudo-fermentation. L'idée que les fermentations par ferments organisés sont des actes de nutrition a été autrefois émise par M. Dumas, et fort sagement développée depuis par M. Béchamp.

Distillation des préparations sucrées en contact avec les granules du cambium, de l'utricule pollinique, des œufs de papillon et avec les granulations de la cellule formant le revêtement noir de la chorôide. — L'espèce et la quantité des produits de la fermentation importent peu au seul but que je me suis proposé ; aussi je ne ferai qu'indiquer succinctement, pour abrégé, les résultats de la distillation. C'est la confirmation de l'action chimique qui est importante pour mon sujet.

Une dissolution créosotée de sucre de canne pur, après dix mois de contact avec des granules oscillants du cambium et de la sève du *Saule*, fut distillée. La distillation ne donna pas de trace d'alcool, mais de l'acide acétique en petite quantité. Le résidu de la distillation contenait cependant un acide fixe, soluble dans l'éther. L'absence d'alcool s'explique, selon nous, par ce fait que les granules du cambium se transforment vite dans une dissolution sucrée, et qu'ils perdent, dans cet état, de leur activité comme ferments ; je démontrerai cela plus loin. L'action chimique est néanmoins ici certaine. La distillation d'une dissolution de sucre de canne, après onze mois de contact avec des granules oscillants d'œufs de papillon du ver à soie, donna de l'alcool, de l'acide acétique et une minime quantité d'acide succinique. Une dissolution de sucre en contact depuis quinze mois avec des granules de l'utricule pollinique de l'*Hibiscus syriacus*, donna aussi de l'alcool et de l'acide acétique en très-petite quantité et un autre acide fixe qui ne put être déterminé. Une préparation du même genre, mais en contact depuis un an avec les granulations de la cellule formant le revêtement noir de la chorôide, donna par la distillation de l'alcool, de l'acide acétique et de l'acide succinique.

Formation de quelques granules oscillants et transformation subie par tous dans la dissolution de sucre de canne, l'empois de fécule ou la gelée de gélatine créosotés. — Voici ce que j'ai pu apprendre sur la formation des granules oscillants du cambium et de la sève, et de ceux de l'utricule pol-

linique de l'*Hibiscus syriacus*. Ceux du cambium s'allongent et poussent une tige à l'une de leurs extrémités et quelquefois aux deux ; un bâtonnet doué aussi d'un mouvement oscillatoire et ressemblant à une bactérie se forme ; mais les granules oscillants néanmoins ne se transforment ni en bactéries, ni en vibrions, ainsi que je l'ai démontré plus haut. Ces bâtonnets offrent tous les degrés d'étranglement, jusqu'à celui où la scissiparité paraît être sur le point de s'opérer. Dans ce dernier cas il faut un très-fort grossissement pour voir les points d'attache des différentes parties du bâtonnet. De tous ces degrés d'étranglement, j'en tire la conclusion que les granules oscillants du cambium se reproduisent par scissiparité. Les granules de l'utricule pollinique de l'*Hibiscus syriacus*, par leur grandeur exceptionnelle et leurs formes si étranges et si variées, permettent de remonter à un état voisin de leur formation. On a pu voir, d'après ce que j'ai dit plus haut, que les vésicules sphéroïdales de l'état primitif passent insensiblement aux formes si variées que j'ai décrites plus haut, au paragraphe intitulé *Nature des granules de l'utricule pollinique*. Je n'ai rien appris de bien positif sur la formation des autres granules oscillants ; je m'abstiens par conséquent.

La question qui, selon nous, est la plus importante, est celle de savoir ce que deviennent les granules oscillants dont j'ai parlé dans ce Mémoire. Leur transformation peut jeter quelque lumière sur ce qu'ils sont, ou tout au moins sur ce qu'ils ne sont pas. J'ai suivi et observé les mêmes granules pendant quinze mois, dans une dissolution créosotée de sucre de canne, d'autres dans la fécule qu'ils avaient dissoute et saccharifiée ; j'en ai aussi observé dans la gelée de gélatine créosotée qu'ils avaient fluidifiée sans retour, et cela pendant le même espace de temps. A l'exception des granules de l'utricule pollinique de l'*Hibiscus syriacus*, qui n'ont subi aucune transformation, les autres granules oscillants ont commencé par se transformer, dans la dissolution de sucre de canne, en vésicules à point noir central d'un diamètre relativement grand. Beaucoup de ces granules de la même préparation se sont transformés en cellules à noyau sans nucléoles, et un certain nombre en cellules avec noyau et nucléole. Comme le nombre des granules oscillants diminuait à mesure que celui des cellules à noyau augmentait (à tel point que les premiers avaient fini par disparaître) et qu'on voyait une quantité innombrable de cellules à noyau, et que les

vésicules à point noir central avaient conservé le mouvement oscillatoire, j'en ai tiré la conclusion que c'étaient les granules primitifs qui se transformaient ainsi. Dans les préparations féculentes ou gélatineuses créosotées, je n'ai observé, après quinze mois, que des vésicules à point noir central. Toutes les cellules à point noir central ou à noyau et nucléole, même celles qui provenaient du cambium, étaient absolument insolubles dans la potasse caustique. Dans la sève des parties du bois voisines de la moelle (dans celle du *Saule*, entre autres), on voit une grande quantité de vésicules à point noir central et des cellules à noyau ressemblant, en tout, à celles que j'ai observées dans mes expériences faites avec les granules oscillants du cambium du *Saule*. Dans les parties voisines de la moelle on voit très-peu de granules oscillants à l'état primitif: j'en ai vu très-peu aussi dans mes préparations datant de douze ou quinze mois. De plus, les granules oscillants simplement gonflés et les vésicules à point noir central ayant conservé le mouvement oscillatoire que l'on trouve dans la sève des parties du bois voisines de la moelle, ont, comme ferments, une activité bien inférieure à celle des granules du cambium, etc. Si on met de nouveau en contact avec une autre dissolution de sucre de canne les vésicules à point noir central et les cellules à noyau, nouvelles formes prises dans l'eau sucrée par les granules du cambium et de la sève, on trouve aussi que ces vésicules et ces cellules ont une activité, comme ferments, bien inférieure à celle des granules primitifs. Les choses se sont donc passées dans mes expériences comme elles paraissent se passer dans la nature.

Dans aucune des nombreuses préparations créosotées sucrées, féculentes ou gélatineuses que j'ai faites, il ne s'est jamais développé de mycélium, ni de bactéries, ni de vibrions, ni d'infusoires d'aucune espèce. Cependant la créosote n'est pas un obstacle à l'apparition des bactéries et des vibrions, quand la préparation en contient les germes. Cela résulte d'expériences publiées par MM. Béchamp et Estor dans les *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris* du 4 mai 1868. Ces messieurs introduisirent un fragment de foie de lapin dans une solution de sucre de canne créosotée; vingt quatre heures après, ils trouvèrent dans la solution de nombreux microzymas et quelques bactéries. Un autre fragment de foie fut mis dans de l'empois créosoté, et vingt-quatre heures après ils observèrent en-

core des microzymas et des bactéries. « Dans toutes les expériences, disent ces savants professeurs, nous avons toujours vu l'empois *favoriser au plus haut degré la rapide transformation des microzymas en bactéries.* » Puisque dans aucune de mes expériences je n'ai trouvé dans les solutions de sucre de canne et dans les empois créosotés, ni bactéries, ni vibrions, ni mycélium, je conclus de ce qui précède que les granules oscillants qui ont servi à mes expériences, et dont je parle depuis le commencement de ce Mémoire, ne sont ni des spores, ni des germes de bactéries ni d'infusoires d'aucune espèce, ni des microzymas de M. Béchamp: ce sont des vésicules qui se transforment en cellules complètes dans les dissolutions de sucre de canne. Chose remarquable, ces granules ou vésicules subissent, bien que d'origine différente, la même transformation. Cette loi n'est pas la seule qui leur soit commune; il en est une autre: ces granules agissent tous à la manière des ferments sur certaines matières. De plus, ils sont tous doués du mouvement oscillatoire.

Résumé et conclusion. — La Providence, qui dans sa sagesse a mis tant d'harmonie dans les lois qui régissent l'univers, n'a rien créé d'inutile; elle a créé les infiniment petits; ils ont donc un rôle dans la nature. Ceux qui nous occupent, c'est-à-dire les granules oscillants du cambium et de la sève de l'utricule pollinique, ceux des fruits tels que les pommes, les poires, etc., ceux des graines féculentes, des œufs de papillon, des liquides organiques, des insectes et des animaux, et les granulations de la cellule formant le revêtement noir de la choroïde, tous, agissant à la manière des ferments sur le sucre de canne, la fécule et la gélatine, sont, selon nous, des agents d'élaboration de la nourriture de la cellule. Richard (*Nouv. éléments de botanique*, 1838, pag. 258 et suivantes) dit: « La sève contient en dissolution ou en suspension les véritables principes nutritifs, les dépose dans l'intérieur des plantes à mesure qu'elle traverse leur tissu. » MM. Decaisne et Naudin (*Manuel des jardins*, pag. 140 et suivantes) disent de leur côté: « Dès l'instant où l'humidité du sol a pénétré par voie d'imbibition dans la graine, d'importants phénomènes chimiques ont commencé à s'y effectuer. Le plus important est la transformation de l'amidon insoluble en sucre soluble, capable par conséquent de circuler avec l'eau dans les tissus

naissants ; *c'est la première nourriture de la jeune plante.* » Or les granules du cambium et de la sève ont action sur la fécule pour la dissoudre et la saccharifier; puisque, d'un autre côté, le cambium et la sève contiennent une grande quantité de grains de fécule, les granules oscillants dont je viens de parler sont donc les agents de transformation de l'amidon insoluble, transformation dont parlent MM. Decaisne et Naudin.

Les granules oscillants de l'utricule pollinique agissent aussi à la manière des ferments, et dissolvent promptement la fécule. Ce sont de petits ferments : à ce point de vue ce sont des microzymas, puisque *microzyma* veut dire petit ferment; mais les granules oscillants de l'utricule pollinique n'ont que ce nom de commun avec les microzymas de M. Béchamp. Il en est de même des granules oscillants du cambium. Les propriétés, comme ferments, des granules de l'utricule pollinique, paraissent appuyer la théorie de l'évolution contre celle de l'épigénèse, et particulièrement l'opinion qui veut que la fécondation ne soit qu'une modification, qu'une extension d'une fonction plus générale, la nutrition : opinion qu'a développée le professeur Treviranus dans un travail dont le *Journal complémentaire des sciences médicales* donne la traduction, au tom. XX, pag. 107 et 307. Une nourriture appropriée donnerait donc une nouvelle impulsion, une nouvelle vie, aux rudiments imparfaits des embrions (ovules) et activerait leur développement, de manière que ce qui n'est encore que l'ovule devienne plus tard la graine. Les fruits charnus, tels que les pommes, les poires, etc., contiennent aussi une grande quantité de grains de fécule et de granules oscillants qui dissolvent la fécule en la saccharifiant très-lentement. Ils sont donc aussi des agents d'élaboration de la nourriture de ce qui sera plus tard la graine, en modifiant les matières qui composent la pulpe. De plus, en saccharifiant la fécule, ils procurent à ces fruits cette saveur sucrée si agréable au goût, lorsque, après un commencement de maturité, il s'est formé des principes alcalins, tels que la potasse et la soude, qui saturent les acides en totalité ou en partie. L'observation au microscope de la pulpe des fruits à différents degrés de développement est en parfait accord avec les idées que je viens d'émettre. Lorsque la pomme, par exemple, est peu développée, on voit peu de grains de fécule et presque pas de granules oscillants. Peu de temps avant la maturité, le fruit contient beaucoup de grains de fécule et de granule oscillants. A la

maturité complète, ces deux éléments ont presque disparu. Lorsque la pomme est entièrement *blatte*, on ne voit plus que de rarissimes granules oscillants et assez de *vésicules à point noir central*.

L'œuf de papillon contient à l'état normal un grand nombre de granules tout à fait différents des microzymas de M. Béchamp, qui a démontré que les œufs qui portaient de ces microzymas devaient donner naissance à des vers malades. Les granules à l'état normal contenus dans l'œuf du papillon ne sont donc pas non plus les microzymas de M. Béchamp. Leur grand nombre indique qu'ils doivent jouer un rôle important. J'ai démontré qu'ils étaient des ferments organisés, dont le rôle principal était l'élaboration des matières qui doivent servir à l'entretien de la cellule-mère et au développement du germe qui en naîtra. Les granules oscillants que l'on trouve dans les liquides qui baignent les tissus des insectes et des animaux, et qui ont une action énergique, pour les transformer, sur des matières analogues à celles avec lesquelles ils sont en contact dans la nature, ont aussi pour fonction d'élaborer les matières mortes qui les environnent, afin de les ramener à des composés plus simples, pour les préparer à de nouvelles combinaisons qui serviront à la composition ou à l'entretien des éléments organiques des insectes et des animaux. Les granulations de la cellule formant le revêtement noir de la face interne de la choroïde, tout en servant à faire de l'intérieur de l'œil une chambre noire, ont en outre des propriétés analogues à celles des ferments, et servent aussi à élaborer les matières qui doivent servir à l'entretien des éléments organiques de cette membrane si délicate et à la fois si compliquée, qui est en contact avec la rétine sans y adhérer.

Il n'est donc pas nécessaire d'avoir recours aux granulations moléculaires ou aux germes venant de l'extérieur, c'est-à-dire de l'atmosphère, pour se rendre compte de certaine transformation de matière dans les organismes des végétaux et des animaux, dans les fruits et les graines. Ces organismes, les fruits et les graines portent à l'état normal des granules oscillants qui remplissent ces fonctions et qui subissent une même transformation, bien que d'origine différente : ce qui indique qu'une loi commune les régit. Les résultats des expériences que je viens de décrire, pourront, je l'espère du moins, fournir quelques matériaux pour l'étude de la physiologie cellulaire.

SESSION
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
A MONTPELLIER
(Octobre 1868.)

Par **M. Paul DE ROUVILLE.**

INTRODUCTION.

Montpellier a eu, en 1868, la bonne fortune de recevoir la visite de la Société géologique de France. Le département de l'Hérault avait été durant ces dernières années, à plusieurs reprises, l'objet de l'attention et de l'étude d'un grand nombre de géologues du Nord et du Midi ; une localité avait en particulier présenté assez d'intérêt pour évoquer les travaux d'une nombreuse série d'observateurs ; la rencontre sur un même point de vestiges de populations nombreuses qui ont successivement dans les premiers âges animé la surface de notre globe, avait donné lieu à des discussions fécondes pour la consécration des principes fondamentaux de la science géologique. Cabrières, petit village près de Clermont-l'Hérault, Neffiez dans le voisinage, offrent les monuments nombreux des plus anciennes époques, qui se trouvent généralement peu représentées sur notre sol français.

D'autres formations plus récentes, mais non moins remarquables par la présence de débris organiques rares et spéciaux, s'observent près de Lodève.

Les environs immédiats de Montpellier sont, depuis très-longues années, devenus classiques, et cités à ce titre dans tous les manuels de géologie.

Les régions de Pézenas, d'Agde, de Vias, de Saint-Thibéry, ont été les théâtres de phénomènes volcaniques dont les produits remarquablement intacts nous sont devenus facilement accessibles grâce aux chemins de fer.

L'arrondissement de Béziers, qui renferme Cabrières et Neffiez, offre à lui seul des dépôts de presque tous les âges de la terre, depuis les sédiments formés par des sources incrustantes à peine taries, jusqu'à ces premières générations animales qui ont succédé aux temps durant lesquels notre planète est restée inhabitable.

Si le géologue trouve dans notre département une réunion exceptionnelle d'archives précieuses pour refaire l'histoire des temps qui ne sont plus, l'amateur du beau pittoresque n'y a pas de moindres satisfactions; les beautés naturelles gracieuses ou sévères éclatent tout près de nous, dans une foule de sites la plupart ignorés malgré leur proximité; les parties montagneuses des arrondissements de Lodève et de Saint-Pons, les causses, le pays Minervois les présentent sur une vaste échelle; une localité distante de sept kilomètres de Clermont-l'Hérault, Mourèze, nous les offre sous des formes tout à fait exceptionnelles; la roche qui s'y trouve, aisément délitée par les agents atmosphériques, y revêt sur une grande étendue la plus bizarre et la plus fantastique physionomie.

L'industrie puise encore dans notre département les ressources les plus variées: depuis la pierre de construction la plus grossière jusqu'aux pierres d'appareil les plus fines et aux marbres les plus beaux et les plus recherchés; depuis les dépôts de combustibles les plus infimes de qualité jusqu'à ces riches provisions de houille dont elle tire un si grand parti; depuis les minéraux les plus vulgaires, pierres à chaux ou à plâtre, ciments, jusqu'aux minerais de fer et de cuivre, elle trouve sur notre surface un ample aliment.

Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que tant de richesses et des éléments si divers, mis en relief par un grand nombre de naturalistes, aient déterminé la Société géologique à choisir le département de l'Hérault pour lieu de ses excursions durant sa session extraordinaire annuelle de 1868.

Elle s'est réunie dans notre ville le 11 octobre et a pu, dès le premier

jour, prendre une vue anticipée des différentes formations qu'elle allait reconnaître, dans la collection départementale dont les éléments ont été réunis à la Faculté des sciences, grâce à la libéralité du Conseil-général.

Le lendemain et les jours suivants, elle a étudié sur les lieux mêmes les documents pour l'histoire du globe dont nos collections et des Mémoires spéciaux lui avaient donné l'avant-goût : un grand nombre de nos compatriotes se sont joints à elle ; des excursions durant le jour, des séances publiques le soir à Montpellier, Pézenas, Lodève, Bédarieux et Béziers, l'ont tenue en haleine durant dix journées consécutives, sans que le nombre et la longueur des étapes aient ralenti un moment son ardeur ; l'intérêt des lieux qu'elle visitait et la gracieuse hospitalité dont elle a été partout l'objet, ne contribuaient pas peu à soutenir son zèle et à la faire triompher des fatigues.

Nous avons tout ensemble la joie et le droit d'affirmer que la réunion de la Société géologique de France dans notre département a été un véritable événement scientifique, dont il y a lieu d'attendre les meilleurs résultats pour le crédit et la propagation du goût des sciences naturelles parmi nos compatriotes.

C'est pour coopérer à ces résultats dans les limites de nos moyens, et prolonger les bonnes impressions reçues, que nous avons rédigé ce compte-rendu des courses de la Société. Pour le rendre plus facile à lire à tous, nous avons cru bien faire de l'éclairer sur le seuil de quelques notions fondamentales de géologie, formulées sans discussion, sous forme de propositions exprimant des faits généraux admis par tous les géologues. Nous avons fait en quelques lignes l'application de ces notions à l'histoire de notre département tout entier, et esquissé sur une Carte à l'échelle infiniment réduite de 1/560,000¹ les principaux délinéaments de sa constitution géologique; les

¹ La Carte qui accompagne cet exposé n'est que la reproduction, légèrement modifiée au point de vue de la lettre, d'une Carte du département de l'Hérault dressée par Amelin, pour servir au Guide du voyageur, portant la date de 1827. La carte d'Amelin est donnée comme « indiquant les gisements des volcans, des mines, des carrières »; à cet effet, elle est teintée de sept couleurs désignant sept formations géologiques distinctes; le coloriage sans nom d'auteur, mais dû très-probablement au professeur Marcel de Serres, constitue un document important pour l'histoire des connaissances géologiques afférentes à notre sol, dont il sera

travaux de la Société, que nous relatons ensuite, seront comme des chapitres particuliers et plus détaillés de cette histoire. On trouvera à la fin, en appendice, l'explication par lettre alphabétique des quelques termes scientifiques qui devaient nécessairement trouver leur place dans le récit.

NOTIONS FONDAMENTALES DE GÉOLOGIE.

1. La terre n'a pas été à son origine ce qu'elle est maintenant.

Comme pour la connaissance des lois qui régissent les astres, on doit se garantir des illusions des sens et introduire la notion de mouvement dans ce qui semble immobile ; de même, la connaissance de notre globe exige qu'on se garde des illusions des apparences, et qu'on admette une succession de phénomènes dans ce qui semble simultané et dater du même jour.

Il en est des matériaux qui constituent le globe comme des individus qui composent une nation ; pour former actuellement un tout qui s'appelle peuple ou globe terrestre, les uns et les autres n'en reconnaissent pas moins des dates respectives de naissance et de formation.

2. Les matériaux qui entrent dans la constitution du globe terrestre sont en très-petit nombre ; on les appelle *roches*.

3. Les uns rappellent par certains de leurs caractères les produits de nos volcans actuels, et ont exigé pour leur formation une température supérieure à la température ordinaire : ce sont les *granites*, les *porphyres*, les *basaltes*, les *gneiss*, les *micaschistes*, les *talcschistes*, etc.

4. Les autres rentrent dans le domaine des produits des eaux à la température ordinaire : ce sont les *calcaires*, les *argiles*, les *schistes*, les *sables*, les *grès* et les *poudingues*.

5. Les roches de la première catégorie ne sont pas disposées en bancs parallèles, elles sont massives, sans joints indiquant des dépôts successifs.

tenu compte dans nos publications ultérieures ; nous aurons en même temps à signaler à leur date et avec leur apport respectif de données nouvelles, les Cartes géologiques générales ou locales de MM. Dufrenoy, Élie de Beaumont, Garella, Graff, Fournet, Taupenot, Émilien Dumas et les nôtres propres, faites isolément ou en collaboration avec ce dernier.

6. Celles de la seconde catégorie sont dites *stratifiées*, c'est-à-dire, disposées en assises parallèles, régulièrement superposées comme des livres placés les uns au-dessus des autres, et le plus souvent imbriquées à la manière des tuiles d'un toit, ou mieux encore à la manière des cartes d'un jeu déployé sur une table.

Cette disposition permet de comprendre que les assises qui occupent la place inférieure ne sont pas nécessairement cachées par celles qui les recouvrent, mais qu'affleurant au-dessous d'elles, elles peuvent occuper à découvert des surfaces plus ou moins étendues. On peut donc constater leur existence et étudier leurs caractères sans avoir besoin de pénétrer au travers de celles qui leur sont superposées.

7. Un autre caractère distinctif entre les deux sortes de roches consiste pour les premières à ne renfermer jamais de débris de plantes ou d'animaux, pour les secondes à présenter des traces d'êtres organisés : coquilles, ossements, feuilles, fruits, ou simples moules ou empreintes, constituant ce qu'on appelle vulgairement des *fossiles*.

Ces débris se trouvent enveloppés dans la roche quand elle est dure, ou isolés et jonchant le sol quand la roche est meuble ou désagrégée.

8. Ces débris organiques appartiennent à des animaux marins, ou d'eau douce, ou terrestres. Dans le premier cas, le milieu où le dépôt s'est effectué a été une mer semblable à nos mers actuelles ; dans le second cas, le milieu a été un lac, ou amas d'eau douce ; dans le troisième, l'animal qui a vécu sur terre a été entraîné par des courants.

9. Ces matériaux et ces débris organiques, autrefois dans les eaux, aujourd'hui à sec, établissent la réalité de changements survenus à la surface du globe, dans la distribution des terres et des mers ; le sol que nous foulons aux pieds a pu être autrefois un fond de mer ou de lac.

Des faits incontestables attribuent pour cause à ces changements un mouvement du sol, et non point un simple retrait ou un simple abaissement de la mer.

10. Les matériaux déposés dans les eaux ont varié de nature avec le temps dans une même localité, c'est-à-dire, qu'en un même lieu, calcaires, argiles, grès, poudingues, ont pu se succéder dans un ordre indifférent et alterner à

plusieurs reprises les uns avec les autres; ou bien l'un d'eux a pu se déposer durant des temps très-longes, à l'exclusion de tout autre.

11. Les matériaux déposés dans les eaux n'ont pas été les mêmes dans le même moment sur toute la surface du globe, c'est-à-dire que, tandis que dans une localité se déposait de l'argile, il pouvait se faire des dépôts de poudingues dans une autre; ici des grès, là des calcaires, ailleurs des schistes.

Les propositions 10 et 11 peuvent se résumer ainsi: dans un même moment à la surface du globe, et dans une même région du globe à divers moments, il a pu se déposer des matériaux différents.

12. L'ordre de superposition de ces matériaux indique leur ordre de formation, leur âge relatif; les plus bas placés sont naturellement plus anciennement formés que ceux qui les recouvrent. On sait, en vertu de la disposition indiquée dans la proposition 6, qu'ils ne sont pas nécessairement dérochés à notre observation.

13. La vie a commencé à la surface du globe avec les premiers dépôts sédimentaires; elle s'est continuée jusqu'à nos jours en subissant certains changements parfaitement appréciables, qui se sont accomplis partout à la surface du globe dans le même ordre, d'une manière indépendante de la nature essentiellement variable et locale des dépôts qui s'effectuaient concurremment.

Partout, sur toute la surface du globe, la grande famille des Crustacés connue sous le nom de *Trilobites*, a régné avant celles des *Ammonites* et des *Bélemnites*, animaux analogues à nos nautilus et à nos calmars: les deux dernières ont précédé partout, sur toute la surface du globe, le développement des mammifères.

Nous constaterions le même fait de progression générale et universelle, dans le même sens sur toute la surface du globe, pour des divisions et des subdivisions de plus en plus réduites du règne animal; il en serait de même pour les végétaux.

14. Chacune de ces évolutions biologiques, par son double caractère d'ubiquité et de constance, frappe comme d'un cachet spécial les dépôts sédimentaires successivement formés, en dépit des caractères locaux de ces derniers et de leur distance géographique, et leur imprime un même millésime, en s'élevant à la fonction de vraie médaille.

15. La superposition des dépôts forme dans chaque région une chronologie locale.

16. Les changements dans le règne organique établissent la chronologie générale et universelle du globe.

17. C'est sur cette double base que repose la Géologie ; ayant pour mission de relater une succession de phénomènes organiques et inorganiques, cette science rentre de plein droit dans le groupe des sciences historiques.

18. L'histoire du globe se partage en deux ères : une ère primordiale inorganique, durant laquelle notre planète s'est trouvée dans des conditions qui excluaient la vie à sa surface ; une seconde, comprenant tous les temps écoulés depuis l'établissement des conditions compatibles avec la vie.

19. Celle-ci se subdivise en cinq époques marquées par cinq étapes principales du règne organique, qu'on a appelées d'après leur ordre sérial naturel :

Époque primaire ;

— secondaire ;

— tertiaire ;

— quaternaire.

L'ordre de choses actuel constitue une cinquième époque, ou Époque actuelle.

20. Chacune de ces époques comprend des périodes établies sur des subdivisions que les cinq étapes organiques susdites ont paru susceptibles de reconnaître :

L'ÉPOQUE PRIMAIRE, dont les archives sont particulièrement riches en Angleterre, renferme les périodes *silurienne*, *devonienne*, qui empruntent leur nom au pays des anciens Silures, dans le pays de Galles et au comté de Devonshire, dans lesquels elles ont été plus particulièrement étudiées. La période *carbonifère*, contemporaine des grands dépôts de charbon de terre ou de houille ; enfin, la période *permienne*, qui a laissé de nombreux témoins en Russie, dans le Gouvernement de Perm.

L'ÉPOQUE SECONDAIRE comprend trois périodes : la première, la plus ancienne, présentant en Allemagne, où elle est le mieux représentée, trois groupes distincts s'accroissant d'ordinaire, et appelée pour cela *triasique* (du nombre trois) ;

La seconde, dont les dépôts se trouvent constituer nos montagnes du Jura, d'où son nom de *jurassique* ;

La troisième, à laquelle la craie graphique, substance blanche dont nous nous servons pour écrire sur les tableaux noirs, a paru longtemps spéciale, d'où son nom de période *crétacée* (de *creta*, craie).

L'ÉPOQUE TERTIAIRE a été subdivisée par divers auteurs en périodes plus ou moins nombreuses, ayant chacune un nom tiré de la localité où elle a laissé le plus de vestiges ; nous les réduirons, avec les géologues anglais, à trois principales, que nous appellerons avec eux : *éocène*, *miocène*, *pliocène*, désignations marquant l'aurore (ἔως) et les progrès toujours plus accentués (μείον πλέον) de l'établissement des formes organiques récentes (καινός).

L'ÉPOQUE QUATERNAIRE ne reconnaît pas encore de périodes distinctes suffisamment caractérisées.

L'ÉPOQUE ACTUELLE comprend l'état actuel du règne organique, tant sous le rapport des espèces et des genres existants que sous celui de leur répartition géographique.

21. Nous énumérons ces divisions des temps géologiques dans le tableau suivant :

Ère inorganique...		Formation des granites, gneiss, micaschistes, etc.		
Ère organique.....	}	Époque primaire.....	{	Période silurienne.
				— devonienne.
				— carbonifère.
				— permienne.
		— secondaire.....	{	— triasique.
				— jurassique.
				— crétacée.
		— tertiaire.....	{	— éocène.
				— miocène.
				— pliocène.
— quaternaire.				
— actuelle.				

22. A toutes les époques de l'Ère organique, des masses minérales venant de l'intérieur du globe se sont épanchées au dehors, en même temps que des

eaux et d'autres substances en vapeur et des gaz de diverses sortes se sont fait jour et se sont condensés dans leurs conduits intérieurs et à la surface du sol.

Ces divers matériaux éruptifs sont des granites différant par leur caractère de ceux de l'ère inorganique, des porphyres, des basaltes, etc., et avec eux toutes les matières qui constituent les filons métalliques.

23. On reconnaît que ces divers matériaux sont arrivés de bas en haut aux faits suivants :

Ils ont une grande analogie de structure et de composition avec les laves que nous voyons sortir des cratères de nos volcans.

Ils coupent dans un sens oblique et souvent transversal les dépôts sédimentaires à travers lesquels ils se sont fait jour.

Ils ont quelquefois arraché des fragments de ces derniers, les ont englobés dans leur masse et, sinon fondus, du moins notablement altérés.

Les surfaces enduites d'émanations métallifères constituant les filons métalliques, rappellent les conduits de cheminée noircis par la suie, qui se détachent si nettement par leur couleur sur les parois de nos maisons en démolition.

Nous aurons lieu d'en relater un certain nombre quand nous raconterons les courses de la Société.

24. Les Périodes ne sont pas les divisions les plus réduites des temps géologiques. On comprend qu'un examen minutieux des diverses associations organiques qui se sont succédé à la surface du globe, peut y faire reconnaître des groupes de plus en plus circonscrits qui mesureront des espaces de temps subordonnés aux périodes.

25. L'usage a prévalu de donner le nom de *terrain* à l'ensemble des dépôts effectués durant une même évolution organique, de quelque importance ou de quelque ordre qu'elle soit : de là, la synonymie indifférente du mot *terrain* avec les notions d'*Époque* et de *Période*, et quelquefois même avec celle de groupes de moindre valeur.

APPLICATION DES NOTIONS FONDAMENTALES DE GÉOLOGIE A L'HISTOIRE
GÉOLOGIQUE DU DÉPARTEMENT.

L'Ère inorganique se trouve particulièrement représentée dans la région N.O. du département faisant partie des arrondissements de Saint-Pons et de Béziers ; de cette ère datent les matériaux qui constituent la chaîne de la montagne Noire, laquelle se prolonge et se termine, dans l'Hérault, aux bords de Lamalou près de Bédarieux ; une dorsale granitique y court de l'est à l'ouest, flanquée au nord et au sud de gneiss, de micaschistes et de schistes quartzeux. La montagne du Caroux, qui se dresse au N.O. de Lamalou, à une hauteur de 1093 mètres, est un magnifique exemple de la roche appelée micaschiste. Son sommet est en forme de large plateau d'où l'on découvre, pour le plus grand charme du touriste et le plus grand profit du géologue, une vaste étendue du département ; très-facilement accessible du côté de Douch, elle présente vers le sud un abrupt escarpé, et sur la droite d'immenses déchirures, précipices sans fond aux flancs desquels on s'étonne d'apercevoir quelques rares habitations humaines.

Contre la montagne Noire ainsi constituée et marquée dans notre Carte des lettres Gr, s'appuient d'autres matériaux désignés des lettres Sc, qui se distinguent des premiers par une structure moins cristalline ; on n'y voit plus de grains miroitants, de paillettes brillantes ; la couleur générale est plus terne, la texture plus argileuse ; ce sont des schistes plus ou moins secs, fournissant des ardoises grossières et des calcaires généralement compactes, quelques-uns blancs et saccharoïdes, d'autres diversement colorés, exploités comme marbres dans plus d'une localité. A cette différence, tirée de la nature et des caractères physiques, s'en joint une autre d'un ordre supérieur : ces roches contiennent des débris organiques dont la forme rappelle les organismes vivant dans la mer, et dont les espèces se rapportent aux premières manifestations de la vie sur le globe.

Ces calcaires et ces schistes ont donc été déposés dans les eaux ; ces eaux salées ont dû baigner les roches de la montagne Noire, qui formaient alors falaise et continent, comme nos roches de Cette forment aujourd'hui barrière de terre ferme à la Méditerranée.

A l'époque où ces eaux battaient ainsi les bords de ce premier relief, c'est-à-dire à l'aurore de l'ère organique, notre département se trouvait donc uniquement réduit à la région de l'Espinouse; tout le reste de son étendue formait un vaste fond de mer.

Le globe était alors à son époque primaire; les dépôts succédaient aux dépôts, et la vie, qui avait commencé pour ne plus s'interrompre à travers les âges, marquait de son empreinte les matériaux qui s'accumulaient; les conditions de haute mer continuaient de présider au grand travail de la sédimentation: crustacés connus sous le nom de trilobites, mollusques des eaux salées, poissons, polypiers, animaient de leurs générations successives ces temps océaniques; c'est ainsi qu'aujourd'hui même au fond de nos eaux salées actuelles, les vases, les matières détritiques entraînées par les fleuves, se déposent et enveloppent les dépouilles des animaux qui meurent.

Tout continuait ainsi d'une manière uniforme, lorsque, à la fin des périodes silurienne et devonienne, des conditions nouvelles vinrent à s'établir.

A la surface de terres sorties du sein des eaux, une végétation analogue à la tourbe, accompagnée de fougères arborescentes et rappelant quelques-unes de nos régions chaudes et humides, vint à prendre possession du globe, et forma de ses débris longuement accumulés, ces amas considérables de charbon qui, sous le nom de houille, sont l'âme de notre industrie; en même temps un régime d'eaux superficielles et torrentielles alternait avec ces longues périodes de végétation. Nous trouvons des représentants de ces dépôts au nord de Saint-Gervais, dans une bande étroite (H) commençant au Bousquet d'Orb et se prolongeant dans le Tarn; nos richesses charbonneuses de Graissessac datent de ce moment; nous les retrouvons à Neffiez, près de Roujan.

Notre département était à cette époque sorti tout entier peut-être du sein de la mer, et formait une vaste région tourbeuse dont la végétation et les inondations limoneuses et caillouteuses usurpaient tour à tour le sol.

Quoi qu'il en soit, la mer vint plus tard reprendre son domaine et ne respecta plus que la partie septentrionale et moyenne des arrondissements de Saint-Pons et de Béziers; deux lignes dont l'une se dirigerait de la localité d'Hautpoul située au nord-ouest d'Olonzac, vers Péret au sud de Clermont-l'Hérault, et l'autre joindrait Péret à Rocosels, à la limite de l'Aveyron,

formeraient un angle dont l'ouverture correspondrait à la portion de notre département émergée dès la fin de l'époque primaire et demeurée depuis lors continentale.

A ce moment s'opérait sur le globe une nouvelle évolution organique caractérisée par des reptiles monstrueux et par les représentants des familles aux formes si variées des ammonites et des bélemnites.

L'époque secondaire succédait à l'époque primaire.

Les schistes et les calcaires compactes sont remplacés par des sédiments de nature différente, dont les dépôts détritiques contemporains de la houille semblent être les précurseurs : argiles, marnes, calcaires généralement marneux et argileux, grès, poudingues, plus rarement sables, tel est le régime pétrographique nouveau qui caractérise les premiers dépôts secondaires.

Parcourons le sol aujourd'hui asséché de la mer dont nous avons indiqué les contours ; examinons les roches qui constituent à peu près tout l'arrondissement de Lodève et la moitié septentrionale de celui de Montpellier ; nous constaterons partout cette succession de matériaux essentiellement sédimentaires qui, dans leurs bancs et leurs joints de couches et les nombreux débris organiques qu'ils renferment, nous décèleront plus éloquemment que tous ceux qui les ont précédés, l'intervention de l'élément aqueux.

Nous verrons d'abord des roches infiniment variées de couleurs et constituant généralement des bordures étroites en dessous d'abrupts formés d'une roche plus homogène et plus terne et non moins nettement stratifiée ; ce sont des grès et des marnes présentant toutes les nuances de l'arc-en-ciel, et fournissant des matériaux pour pierres de construction et meules de moulin ; ils supportent le massif du Larzac, sous lequel ils se déroberaient complètement à nos regards, si des cassures opérées dans le massif ne les mettaient à jour dans les vallées profondes qui irradient autour de Lodève vers le Caylar et vers Lunas ; ces dépôts se sont effectués durant la période triasique ; ils sont désignés dans la Carte par les lettres *Tr*.

Bien moins variés de couleur et de nature sont ceux qu'ont vus se déposer dans notre département les périodes jurassique et crétacée ; le plateau du Caylar, la chaîne de la Serane qui s'étend depuis Ganges jusque vers Lodève et dont les massifs du Saint-Loup, du bois de Valène et de Cournonterral, font partie, nos garrigues plus humbles de La Valette et du Crès, la petite

chaîne de la Gardiole qui part de Villeneuve et se termine à la montagne de Cette, après une solution de continuité où se loge une portion de l'étang de Thau, ne sont autre chose qu'une masse presque exclusivement calcaire déposée durant l'époque secondaire, sortie, depuis, du sein des eaux, et qui, par ses caractères, dénote comme ayant régné durant tout le temps de son dépôt un ensemble de phénomènes remarquablement calmes et uniformes. Les dépôts de cet âge portent la lettre J dans notre Carte.

L'orographie générale trahit elle-même les différences de composition. Rapprochez le mamelonné des montagnes granitiques et schisteuses de Saint-Pons et de Saint-Gervais aux crêtes aiguës, aux pentes ébouleuses, aux dépressions irrégulières souvent profondément ravinées, des formes tabulaires des montagnes calcaires du nord de Lodève et de Montpellier aux bords abrupts, aux contours arrêtés, aux parois verticales, aux vallées étroites; vous serez frappé de contrastes que la végétation spontanée vient encore accentuer: le sol facilement mouillé des premières se tapisse de gazon, se revêt de bruyères; l'eau y serpente et y circule par mille conduits; le calcaire, au contraire, tout à fait perméable, absorbe l'eau qui s'infiltré au travers de ses mille fissures; la roche est toujours nue, impitoyablement lavée par les eaux sauvages, impitoyablement brûlée par le soleil.

C'est ainsi que tout se lie dans la nature, et qu'une étroite solidarité relie les moindres détails de structure des différentes parties de notre globe; ajoutons à regret que l'homme semble se plaire à exagérer ces oppositions, en ajoutant encore à la rigueur des éléments, par sa triste coutume de dépouiller le sol du seul abri efficace que des bois touffus opposeraient à leurs effets destructeurs.

Des traits tout aussi frappants se retrouvent dans la structure et la composition, non moins que dans le caractère organique des dépôts qui se sont formés durant l'époque tertiaire; après la disparition de la dernière ammonite, un monde nouveau s'est peu à peu établi à la surface du globe: c'est le règne des mammifères qui commence; ces représentants des vertébrés les plus élevés dans l'échelle zoologique prennent, à partir de ce moment, un développement en disproportion avec leurs rares précurseurs des époques antérieures. En même temps, de grandes masses d'eau douce, dont on retrouve à peine les traces aux temps primaire et secondaire, s'établissent à la surface de la terre,

donnant lieu sur de grandes étendues à un régime de choses qui rappelle à certains égards la constitution actuelle de l'Amérique du Nord, aux vastes lacs, vrais océans d'eau douce.

Le globe se partage dès-lors comme aujourd'hui en mers, terres et lacs, et les animaux et les végétaux, de leur côté, tendent à revêtir des physionomies qui semblent annoncer les formes organiques contemporaines.

Il y a plus : sur un même point géographique on a pu reconnaître la succession et le retour de milieux tout différents, et des dépôts lacustres ont été trouvés recouvrant des dépôts de mer et, à leur tour, recouverts de sédiments exclusivement marins, témoignages irrécusables de mouvements du sol en des sens divers qui ont radicalement changé en divers temps le rôle géographique d'une même surface.

Notre Carte retrace les contours de ces bassins de nature différente qui se sont tour à tour établis dans notre département. Reprenons la ligne que nous avons menée de la petite localité d'Hautpoul à celle de Péret; prolongeons-la vers le nord jusques au Bosc, à l'est de Lodève; joignons par une courbe sinueuse les lieux dits le Bosc, Arboras, Puéchabon, Argeliés, Vailhauqués, Saugras, Murles, les Matelles, Prades, Saint-Bauzille, Clapiès, Buzignargues et Garrigues; nous aurons divisé notre département en deux moitiés irrégulières dont la plus septentrionale constituait, à l'époque de l'établissement du régime des eaux lacustres, toute la partie émergée du département, à part de petits flots allongés formant écueils dans la masse aqueuse qui recouvrait la moitié sud; ces flots correspondent aux garrigues de Cruzy, Villesspassans, Cazouls-lez-Béziers, Cournonterral, le Crès, La Valette, la Gardiole et Castries.

Ce régime lacustre, au dire de certains auteurs, débuta dans notre pays vers la fin de l'époque secondaire; d'autres le placent au commencement de l'époque tertiaire; cette première nappe d'eau douce recouvrit une partie des départements de l'Aude et de l'Hérault, et s'étendit jusqu'en pleine Provence. La portion de ces dépôts laissée à découvert se trouve marquée sur notre Carte dans tous les lieux portant la lettre G; c'est d'abord une vaste région sise au sud de Saint-Chinian et disparaissant sous des dépôts plus récents à un kilomètre au nord de Puisserguier; c'est ensuite une région plus étroite, mais n'ayant pas moins de vingt kilomètres de longueur, qui s'étend de Vendémian au sud de Gignac jusques aux portes de Montpellier; enfin quelques témoins en subsis-

tent près de Clapiès et de Saint-Geniès; on en retrouve un à l'est de Bédarioux. Ces sédiments sont partout remarquables par leur couleur rutilante.

Les dépôts qui les recouvrent sur une partie de leur étendue, attestent la succession sur ces mêmes points d'un régime totalement différent, celui-ci exclusivement marin, les débris organiques contenus dans les roches recouvrantes appartenant tous à des formes qu'on ne trouve que dans la mer: *arches*, *pectoncles*, *cythérées*, *peignes*, etc... Un phénomène organique singulier, c'est la multiplication prodigieuse en ce même moment et sur des surfaces de notre globe extrêmement étendues, d'un même groupe d'animaux appartenant aux derniers échelons de la série zoologique, et qu'on appelle *nummulites*, à cause de leur forme de petite monnaie (*nummus*); nous retrouvons des traces de ce phénomène dans notre département, sur une bande étroite qui longe la montagne Noire depuis Hautpoul jusque vers Cessenon. Les roches pittoresques du pont naturel de Minerve, les berges abruptes de la Cesse et le plateau qui s'étend sous le nom de *cause* au nord de la Caunette et d'Assignan, sont constitués par un calcaire (*n*) presque entièrement pétri de petits animaux de la même famille.

Après un certain temps, la mer perd de son terrain: une partie de son fond émerge et s'ajoute au continent préexistant; une autre partie forme, en s'exhaussant, une dépression favorable à l'accumulation des eaux pluviales; un régime exclusivement lacustre s'établit à nouveau dans nos contrées: c'est l'époque où des animaux terrestres inconnus aujourd'hui, parmi lesquels les *Lophiodons* et après eux les *Palæotheriums* vivaient sur les hauteurs. Après leur mort, leurs squelettes entraînés par les eaux allaient s'enfouir au fond du lac et se mêler aux dépouilles des animaux aquatiques de toutes sortes, *Physes*, *Lymnées*, *Paludines*, etc., leurs contemporains. La vaste surface lacustre (L) embrassait toute la partie méridionale de l'Hérault, une grande portion des départements du Gard et des Bouches-du-Rhône. Ces lieux, alors fonds de lac, aujourd'hui à sec, doivent leur situation continentale actuelle à un mouvement du sol qui fut suivi, après un intervalle dont nous ne pouvons estimer la durée, d'un mouvement en sens contraire ou d'affaissement, à la suite duquel la mer envahit à nouveau toutes les parties submersibles.

De vastes amas d'argile, des bancs puissants de calcaires comblent son fond et enveloppent de nombreux mollusques, Huitres, *Solens*, *Tellines*,

Vénus, etc., et les énormes cétacés qui animaient ces eaux ; ils nous donneront plus tard notre *tap bleu* et notre *calcaire moellon*, qui jouent un rôle si considérable dans nos environs, le premier occupant de vastes surfaces en Languedoc, où il fournit les matériaux pour nos briques et nos tuiles grossières, le second nous livrant les pierres d'appareil de valeurs différentes, que nous retirons des carrières de Beaucaire, et plus près de nous, de celles de Castries, de Vendargues et autrefois de Boutonnnet. Cette mer, dont les dépôts sont désignés dans notre Carte par la lettre M, a les bords très-sinueux ; elle pénètre au nord et vient battre la falaise secondaire au nord d'Arboras et de Montpeyroux, dont elle corrode les rochers de ses flots ou les perce de ses coquilles lithophages : elle en a fait de même sur les roches de la falaise lacustre qui la limite au centre et à l'est.

Les siècles s'ajoutent aux siècles, les dépôts s'accumulent, les organismes particuliers à ces temps se succèdent, mais ils ne se perpétueront pas à jamais ; ils décroissent, ils vont s'éteignant. D'autres types arrivent. A la fin, une évolution organique nouvelle s'est accomplie : la Période miocène, pendant laquelle se sont déposés dans notre pays les argiles bleues et le calcaire moellon, avait remplacé la Période éocène, contemporaine des couches à nummulites et des sédiments à Lophiodons et à Palæothériums ; elle fait place à son tour à la Période pliocène.

La mer subsiste encore, mais elle a reculé. Un exhaussement général du sol s'opère, qui la refoule au midi ; elle n'atteint plus qu'aux portes mêmes de Montpellier. Elle a abandonné toute la portion occidentale du département, pour ne baigner plus qu'une lisière presque littorale marquée de la lettre S sur notre Carte. Le dépôt est à peu près exclusivement sableux. On connaît les sables de nos quartiers dits le Sablas, la Pompignane, sur la rive gauche du Lez au sud de Castelnau ; on connaît ceux qu'on exploite dans nos faubourgs de Figuirolles et de Saint-Dominique. Descendez dans une de ces sablières, vous y verrez de grands abrupts constitués par une roche meuble : ce sont les sables dits *Sables supérieurs de Montpellier*. On y voit bien quelques traces de couches argileuses, mais le sable domine, et dans son épaisseur vous constaterez la présence de vrais bancs d'huîtres, *Ostrea undata*, aussi différentes des huîtres des mers antérieures que de celles de la Méditerranée. Indépendamment d'autres coquilles

exclusivement marines, on y recueille encore des ossements de grands animaux terrestres, de mastodontes et de rhinocéros, épaves des inondations qui ont balayé les surfaces continentales voisines successivement agrandies par suite des mouvements successifs, et entraîné dans les eaux de la mer les débris des roches et des animaux.

Encore quelques siècles, et la mer pliocène reculera pour constituer la mer actuelle, dont les dépôts marins et les sédiments lacustres antérieurs forment aujourd'hui les bords. Le département de l'Hérault se trouvera dès-lors entièrement constitué ; la portion du continent qu'il forme sera sortie tout entière du sein des eaux.

Toutefois, hâtons-nous de le dire, les conditions hydrographiques et météorologiques actuelles, les formes organiques contemporaines, n'ont pas encore pris possession de l'espace et du temps.

Un régime intermédiaire assez spécial pour caractériser une véritable époque, l'Époque quaternaire, a précédé l'établissement définitif de l'état de choses contemporain. Sur de larges surfaces de notre département, à de grandes distances de nos cours d'eau importants, à des altitudes de beaucoup supérieures à celles que peuvent aujourd'hui atteindre les plus hautes crues, s'étendent de vastes nappes de limon et de cailloux, indiquant, par le volume des fragments entraînés et l'aire de leur diffusion, des phénomènes de transport énergiques.

Notre Carte indique au moyen de hachures et d'un pointillé, deux de ces nappes superficielles particulièrement remarquables : l'une forme un vaste triangle dont les sommets correspondraient à Roujan, Vendres et Marseillan ; l'autre, prolongement du cailloutis de la Crau, viendrait mourir sur nos coteaux de Grammont et de Mont-Regret. Une zone médiane les relie toutes deux sous nos fondations mêmes. et présente un manteau de graviers siliceux sur la plupart des hauteurs de nos environs. D'autres témoins plus restreints de la nappe primitive sont marqués sur notre Carte, et portent la lettre C. On les trouve au nord de Cruzy, de Murviel-lez-Béziers, à l'est de Magalas, entre Aspiran et Nisas, sur les hauteurs de Celleneuve ; la ville de Béziers et les collines qui l'entourent au Nord et à l'Est présentent des dépôts limités du même cailloutis, autrefois continus, aujourd'hui morcelés. Ces matériaux de transport formant une bande littorale de Vendres à Marseillan, ne sont

pas sans influence sur les conditions hydrographiques spéciales à cette contrée si favorisée au point de vue des puits artésiens (Villeneuve, Cers, Agde, etc.).

Durant l'époque quaternaire, le monde organisé ne comptait plus que des formes actuellement vivantes ; les mastodontes avaient disparu, du moins de notre Europe. Les éléphants, les ours, les rhinocéros, ne différant des nôtres que sous le rapport des espèces, mais autrement répartis qu'aujourd'hui, peuplaient nos régions et mêlaient leurs débris aux fragments des roches qu'entraînaient les eaux et qu'elles abandonnaient dans les dépressions et dans les cavités naturelles qui se trouvaient ouvertes sur leur passage. C'est alors que se formèrent ces accumulations si curieuses qui, comblant nos grottes, nous ont livré ces vestiges de générations dont l'homme lui-même a été le contemporain. Nos grottes de Lunel-Viel, de Fauzan, de Ganges, etc. ; nos brèches ossenses de Bourgade près de La Valette, de Cette, etc., sont des exemples classiques de cette sorte de dépôts si étrangement différents de ceux que nous avons reconnus aux époques antérieures.

Un autre événement datant de cette époque, non moins important pour l'histoire de notre département, c'est le commencement, aux temps quaternaires, des opérations des agents naturels qui ont abouti au creusement de nos vallées et à la configuration actuelle de notre relief. Les mouvements dynamiques que nous avons eu l'occasion de constater depuis le premier établissement du sec dans nos contrées, jusqu'à l'émersion des dernières surfaces continentales du département, avaient eu pour résultat l'exhaussement de masses informes, dont le mamelonné primitif n'avait aucun rapport avec le modelage et le façonnement qu'elles ont reçus depuis, de l'action incessante des agents atmosphériques. L'existence, à des altitudes de cent mètres, d'un terrain de transport dans l'épaisseur duquel sont creusées nos vallées, établit l'antériorité, par rapport aux dépressions actuelles, de vastes surfaces horizontales sur lesquelles s'exerça l'action des eaux courantes. L'opération du creusement s'est opérée avec lenteur et progressivement, ainsi qu'en témoignent les anciens niveaux, si bien marqués sur les berges de nos moindres cours d'eau par des terrasses ou de simples lits de cailloux.

C'est encore à l'époque quaternaire, postérieurement à la diffusion des terrains de transport sur les hauts plateaux, que s'opèrent à la surface du sol de grands épanchements de matière fluide dont l'Etna et le Vésuve

nous offrent des exemples contemporains ; à des altitudes qui témoignent de l'ancien niveau général de notre surface continentale avant son modelage actuel, on trouve de grandes nappes de matière solide recouvrant des amas de matériaux hétérogènes généralement peu cimentés, les uns et les autres rappelant par leurs caractères physiques et leur composition les produits d'un certain nombre de déjections volcaniques modernes.

De nombreuses coulées aux environs de Pézenas, le mont Saint-Loup d'Agde avec ses cônes multiples de scories, les monts Saint-Thibéry avec leur colonnade prismatique, consacrent par leur présence l'activité dynamique qui s'est déployée à cette époque dans nos régions, et tout ensemble l'infinie variété des événements dont notre département semble avoir été, à toutes les phases de son histoire géologique, le théâtre privilégié.

Quelques phénomènes de second ordre semblent établir une transition entre l'époque quaternaire et l'époque actuelle ; le tuf ou travertin de Castelnau, de la plaine de Foncoverte près de Montpellier, celui de Vendres au sud de Béziers, et tant d'autres, indiquent par leur position et leur puissance, comme aussi par les espèces végétales dont ils ont encroûté les tiges et les feuilles, de légères modifications dans la condition hydrologique et biologique de cette période intermédiaire entre les temps actuels et ceux qui ne sont plus.

Nous voici arrivés à l'époque contemporaine ; nous venons d'assister à l'établissement des régimes biologique, hydrographique et météorologique actuels, et de clore l'extrême période des temps géologiques : le rôle de l'historien commence, celui du géologue est terminé.

COMPTE-RENDU DES COURSES FAITES PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DANS LE DÉPARTEMENT.

Les comptes-rendus qui suivent relatent, dans un langage que nous avons essayé de rendre aussi peu technique que possible, les principaux faits observés par la Société dans chacune des dix journées qu'elle a consacrées à l'étude du département. Des Cartes spéciales où sont inscrites toutes les localités dont il est fait mention, quelques coupes et de nom-

breux diagrammes¹, permettent de suivre pas pas l'itinéraire qui a réglé sa marche. Nous en transcrivons ici les différentes étapes, telles qu'elles ont été arrêtées par elle dès la première séance; elles pourront servir à diriger les personnes qui voudront, sur les traces de la Société, se livrer à la reconnaissance des formations géologiques les plus intéressantes de l'Hérault :

JOURNÉE DU LUNDI 12 OCTOBRE.

Boutonnet. — La Valette. — Montferrier. — Saint-Gély. — Grabels. — Caunelles.

7 heures du matin, départ en voiture du Peyrou (déjeuner dans le sac).

8 heures, départ de La Valette. — 9 heures, départ de Montferrier. — 10 1/2, arrivée à Saint-Gély. — Midi, départ de Saint-Gély. — 1 heure du soir, arrivée à Grabels. — 4 heures, arrivée à Caunelles. — 5 heures, départ pour Montpellier.

JOURNÉE DU MARDI 13 OCTOBRE.

Le matin : Plage. — Cordon littoral.

7 heures du matin, départ en voiture de la grille de l'hôtel Nevet.

8 heures, arrivée à Carnon. — 9 heures, départ pour Montpellier.

Le soir : Mollasse. — Tufs de Castelnau. — Sables de Montpellier.

11 heures 25, départ par le chemin de fer pour la gare de Saint-Aunès.

Midi, départ pour Vendargues. — 1 heure 1/2, départ pour le Crès. — 3 heures, Castelnau. — 4 heures, la Pompignane. — 5 heures 1/2, retour à Montpellier.

JOURNÉE DU MERCREDI 14 OCTOBRE.

Départ de Montpellier pour la partie Ouest du département.

(On ne revient plus à Montpellier.)

6 heures du matin, départ en voiture de la grille de l'hôtel Nevet (déjeuner dans le sac).

9 heures 1/2, souterrain du chemin de fer à l'ouest de Villeveyrac. — Midi et demi, abbaye de Valmagne. — 1 heure du soir, rochers de Valmagne, mas de Novi. — 4 heures, départ en voiture pour Pézenas. — 5 heures, colline de Marennes. — 7 heures, dîner à Pézenas. — 8 heures 35 minutes, départ par le chemin de fer pour Agde; on couche à Agde.

¹ Nous devons ces diagrammes à notre excellent confrère M. Munier (de Frontignan), dont le talent a su triompher des conditions désavantageuses de courses extrêmement rapides; les vues de Montferrier, de Saint-Siméon et des collines de Cabrières au sud du pic sont dues à un autre de nos confrères dont nous remercions ici le crayon anonyme. M. Munier, dont nous retrouverons ultérieurement le nom sous notre plume, a bien voulu s'imposer en notre faveur la double tâche de dessinateur et de lithographe.

JOURNÉE DU JEUDI 15 OCTOBRE.

Le matin : Région volcanique d'Agde.

6 heures du matin, départ en voiture pour le cap d'Agde. — 6 heures 1/2, sémaphore. — 8 heures 1/2, le cap et la conque. — 9 heures, retour à Agde. — 10 heures 30 minutes, départ en chemin de fer pour Pézenas. — 11 heures 1/2, déjeuner à Pézenas.

Le soir : Environs de Pézenas.

1 heure du soir, départ pour Saint-Siméon et le Riège. — 5 heures, retour à Pézenas.

JOURNÉE DU VENDREDI 16 OCTOBRE.

Trias. — Terrains primaires de Neffès et de Cabrières.

7 heures du matin, départ de Pézenas en voiture (déjeuner dans le sac).

8 heures, Roujan. — 9 heures, moulin de Faytis. — 10 heures, Le Glaury. — 3 heures du soir, mine de houille de Caylus (départ en voiture). — 4 heures, Combe d'Isarne. — 5 heures 1/2, arrivée à Cabrières.

(On dîne à Cabrières et on y couche.)

JOURNÉE DU SAMEDI 17 OCTOBRE.

Devonien de Cabrières. — Jurassique. — Mourèze.

6 heures et 1/2 du matin, départ. — Ascension du pic de Cabrières. — 10 heures 1/2, retour à Cabrières et déjeuner. — Midi, départ en voiture pour Mourèze. — 1 heure 1/2 du soir, départ à pied pour Clermont. — 6 heures, arrivée et dîner à Clermont. — 8 heures 38 minutes, départ en chemin de fer pour Lodève. — 9 heures 35 minutes, arrivée et coucher à Lodève.

JOURNÉE DU DIMANCHE 18 OCTOBRE.

Région de Lodève.

7 heures du matin, départ à pied (déjeuner dans le sac).

9 heures, La Tuilière. — 11 heures, Fozières. — Midi, Soubès (déjeuner). — 1 heure du soir, départ en voiture pour l'Escalette. — 5 heures 1/2, retour à Lodève.

JOURNÉE DU LUNDI 19 OCTOBRE.

Route de Lodève à Bédarieux.

7 heures du matin, départ en voiture de l'hôtel du Nord.

9 heures, l'Escandolgue. — 11 heures, le bousquet d'Orb (déjeuner; invitation de M. Simon, directeur de Graissessac). — 4 heures du soir, départ pour Bédarieux. — 6 heures, arrivée et dîner à Bédarieux.

JOURNÉE DU MARDI 20 OCTOBRE.

Matinée, au choix des membres de la Société, à Graissessac ou à Lamalou.

(Séance de clôture à Béziers.)

1. *Graissessac*. — Départ à 5 heures du matin (déjeuner à Graissessac); départ de Graissessac à 1 heure 15 minutes pour Béziers.

2. *Lamalou*. — Départ en voiture à 7 heures, arrivée à 8 heures à Lamalou. — 11 heures, retour par Bédarieux. — Midi, déjeuner à Bédarieux; 1 heure 35 minutes, départ pour Béziers; le soir, arrivée à Béziers à 4 heures (dîner à 6 heures).

Nous faisons, pour la meilleure intelligence du texte, précéder nos comptes-rendus d'un tableau comprenant dans leur ordre chronologique toutes les formations qui seront signalées¹; ce tableau fait pénétrer le lecteur dans les subdivisions des périodes auxquelles nous faisons allusion, pag. 210, n° 13; nous croyons inutile de redire que les groupes nouveaux portent chacun un cachet organique spécial, c'est-à-dire que chacun d'eux renferme un ensemble d'êtres organisés dont l'apparition, le développement et l'extinction correspondent à un moment déterminé dans les temps géologiques. L'Appendice fournira quelques explications sur chacun d'eux disposés par ordre alphabétique.

¹ Parmi ces formations, on trouvera inscrite celle dont M. Leymerie vient récemment de proposer l'introduction dans l'échelle géologique sous le nom de *terrain garumnien*; nous comprenons sous cette désignation un ensemble d'assises lacustres qui paraissent dans nos régions constituer un horizon spécial indépendant du calcaire à nummulites et du calcaire à lophiodon; cet horizon était depuis dix ans inscrit dans nos notes sous le nom de *terrain rouge*, à cause de la couleur rutilante qui le caractérise.

Pendant le cours de cette publication, nous avons appris que notre savant collègue M. Coquand a cru retrouver aux environs de Ganges, dans des couches qui contiennent le *Cidaris glandifera*, les représentants des dépôts jurassiques supérieurs au *corallien*. L'indication de la présence de ces *Cidaris* lui a été donnée par notre compatriote et confrère M. Boutin, chef d'institution à Ganges, zélé naturaliste, bien connu déjà par ses heureuses et abondantes trouvailles dans les nombreuses grottes de ses environs.

Ère inorganique.....	Granite, gneiss, micaschistes, talcschistes.	
Ère organique....	Époque primaire. {	Période silurienne.. { Schistes à trilobites. — à <i>cardiola interrupta</i> .
		— devonienne.. { Calcaire à polypiers. — à <i>goniatites</i> .
		— carbonifère.. { Calc. carbonifère à <i>productus</i> . Terrain houiller.
		— permienne.. { Permien schisteux inférieur (ardoises de Lodève). Permien rouge supérieur.
		— triasique. . . { Grès bigarré (conglomérat sili- ceux, grès à <i>labyrinthodon</i>). Keuper.
	— secondaire. {	— jurassique. . { Infralias (<i>Avicula contorta</i>). Lias inférieur, <i>gryphée arquée?</i> — moyen, { calcaire. — supérieur, { marneux.
		— crétacée. . . { Oolite inférieure, calcaire et dolomitique. Oxfordien. Corallien.
		— tertiaire... { — néocomien. — garumnien.
	— quaternaire.....	— éocène. . . . { Calcaire à nummulites. Calcaire lacustre à palmiers, à lophiodon, à palæotherium.
		— miocène. . . { Marnes bleues, quelques dé- pôts lacustres (<i>Dinotherium</i>). Calcaire moellon, mollasse.
— pliocène. . . { Sables de Montpellier, quel- ques sédiments fluviatiles.		
— actuelle..... { Basaltes de Montferrier, Fon- tès, etc. Formation fluvio-lacustre du Riège, près Pézenas. Cailloutis de Béziers, de la Crau. Tuf de Castelnau, Vendres, etc. Remplissage des cavernes et des brèches, Cette, Ganges, etc. Volcans d'Agde, Saint-Thibéry (basaltes avec scories).		
— actuelle.....	{ Dunes. Alluvions.	

Journée du lundi 12 octobre.

Compte-rendu de la course faite à La Valette, Montferrier, Saint-Gély, Grabels, Foncaude, Caunelles. (Pl. VIII, fig. 1.)

Partie de la promenade du Peyrou, la Société a descendu la butte de sable qui constitue le monticule supportant Montpellier: sable jaune revêtu de marnes que recouvre un terrain caillouteux, rougeâtre, à éléments siliceux et calcaires indiquant des phénomènes généraux de transport.

Le sable sera l'objet spécial d'une course ultérieure; les constructions empêchent de constater au Peyrou les assises recouvrantes; le faubourg de Boutonnet permet de voir ce sable, devenant par places dur et passant au grès, butter contre un très-faible abrupt d'une roche très-coquillière connue dans le pays sous le nom de *calcaire moellon*, exploitée comme pierre de construction grossière, dans les environs immédiats de Montpellier. Les nombreux débris de coquilles dont elle est presque exclusivement formée lui assignent une origine marine.

Le contact des deux roches se voit à gauche de la route, à quelques mètres avant d'arriver à la pierre plantée.

L'enclos Saint-Martial, le nouveau Sacré-Cœur, sont situés presque à la limite du sable et du calcaire moellon; ce dernier a fourni, dans les carrières ouvertes il y a quelques années pour la construction du Sacré-Cœur, un certain nombre d'oursins (*Echinolampas hemisphericus*, *Clypeaster marginatus*, etc.), qui rappellent à ce niveau l'horizon des oursins trouvés dans une pierre analogue dans l'île de Malte, gisement fossilifère bien connu de tous les géologues. Un fait qu'il importe de signaler, c'est l'absence de ces mêmes oursins dans tous les autres gisements du même calcaire, si développé dans la région de Montpellier.

Le calcaire moellon, autrefois très-exploité au sortir du faubourg Boutonnet, a cessé de l'être depuis quelque temps; les carrières abandonnées sont aujourd'hui livrées à la culture, et n'ont laissé d'autres traces qu'une série de dépressions dont l'existence se trouve naturellement expliquée par leur origine.

Le sol, relativement plat et horizontal jusqu'alors, devient sensiblement

montueux ; on gravit une légère ondulation formée par des poudingues à ciment rougeâtre, dont la Société n'a pu, sur les lieux mêmes, constater la place dans la série géologique, mais que son prolongement vers l'Ouest permet de rattacher, nous le verrons plus tard, à l'horizon de la *brèche du Tholonet* (terrain garumnien de M. Leymerie) ; ce poudingue, à couches relevées vers le Nord, constitue la falaise de la mer qui déposa le calcaire moellon ; c'est la barrière que la mer tertiaire n'a jamais dépassée de ce côté de la région de Montpellier ; au-delà, les dépôts tertiaires sont exclusivement formés de sédiments accumulés dans des lacs.

L'ondulation s'accroît davantage après 2 ou 300 mètres ; on gravit une colline formée d'un calcaire compacte, blanc, ressemblant à du marbre, dépourvu de fossiles, à couches massives relevées, plongeant vers le Sud, et supportant les assises de poudingues que l'on vient de traverser.

La stratification, peu distincte à la partie tout à fait supérieure, au point où la route descend vers la combe de La Valette, fait bientôt place à un système mieux réglé de couches plongeant également vers le Sud, et dont les caractères pétrographiques ont, en l'absence de tout fossile, fixé provisoirement la place au niveau de l'oxfordien ; la partie plus marmoréenne supérieure représenterait le corallien ; ces deux horizons, ailleurs sans obscurité, grâce aux fossiles qu'ils renferment, entrent dans la composition des derniers sommets de tous les massifs jurassiques qui se rencontrent dans le département de l'Hérault.

La descente vers la combe de La Valette se continue dans ces couches mieux réglées qui contiennent vers les deux tiers de la rampe un banc de 1 à 2 mètres d'épaisseur, remarquable par la particularité d'être formé uniquement d'une agrégation de *serpules* ; quelques débris tout à fait indéterminables de bélemnites les accompagnent : le remplissage de ces serpules par de la chaux carbonatée blanche communique au calcaire un jeu de couleurs qui en a provoqué l'emploi comme marbre ; on l'appelle marbre serpulaire de La Valette.

Aux serpules qui continuent de prédominer, se joignent plus à l'Est, dans un prolongement de la couche que la Société n'a pu aller constater, des débris de grandes coquilles très-plates et pourvues de stries concentriques rappelant de grandes *avicules* ou des *inocérames*, et à ces valves, mal-

heureusement indéterminables, des débris de *térébratules*, qui, par leurs plis et leurs dimensions, se rapportent à l'espèce appelée par Léopold de Buch *Terebratula peregrina*.

Indépendamment de la présence de ces débris organiques, les couches qui les contiennent présentent la circonstance d'être relevées jusqu'à la verticale et même, sur certains points, de plonger en sens inverse, c'est-à-dire au Nord, le plongement normal étant toujours vers le Sud, par-dessous les assises plus réglées et les masses moins stratifiées dont il a été question.

Tout au bas de la descente apparaissent des strates calcaréo-marneuses, à double couleur grise et bleue, qui, par leurs caractères minéralogiques et les ammonites qu'elles renferment, rappellent le néocomien à *Toxaster complanatus*. Ces strates sont exploitées comme pierres à chaux, au lieu dit four à chaux de La Valette.

Au contact du système précédent, il y a apparence de *concordance* de stratification ; mais à quelques pas plus loin et à la colline du four à chaux, le contraste éclate dans la pétrographie et l'orientation, et la notion d'une indépendance entre ces deux ensembles de couches vient s'imposer aux yeux de l'observateur.

Le néocomien bien reconnu du four à chaux supporte un ensemble de dépôts lacustres formés de poudingues puissants, aux éléments calcaires roulés. C'est au milieu de ces poudingues que s'est fait jour le Basalte, qui, à distance et du haut de la colline de La Valette, se trahit sous forme de butte conique, isolée, détachée par un effet d'*érosion* des collines de conglomérats qui l'environnent. Le village de Montferrier, bâti sur cette butte, doit à cet isolement une physionomie pittoresque et l'avantage d'offrir au touriste et au géologue un observatoire propre à une vue panoramique ; les poudingues et les calcaires lacustres sur lesquels il repose, composent le paysage, qui emprunte un aspect gracieux aux bois de pins dont ils sont recouverts.

Un diagramme spécial représente Montferrier tel qu'il apparaît à l'observateur placé à l'entrée haute du parc de La Valette (*pl. X, fig. 1*).

La Société a constaté avec intérêt, à la base de la butte volcanique, un tuffa composé de morceaux de basalte, de cristaux d'*amphibole* et de *pyroxène*, et de parties grisâtres qui ne sont autre chose que la *pala-*

gonite de M. Bunsen ; mais ce qui a spécialement attiré son attention , c'est la présence de gros fragments de *péridot*, arrondis quelquefois, mais le plus souvent anguleux, fragments quadratiques, à arêtes vives, qui semblent la démonstration éloquente de la notion récemment émise par M. le professeur Daubrée, de roches péridotiques constituant une grande partie de la masse interne du globe, dont les morceaux, si peu émoussés sur leurs angles et sur leurs arêtes, ne seraient que des parties arrachées et em-pâtées dans le tuffa.

La butte est couronnée par une nappe basaltique compacte, affectant la forme de prismes ; des constructions récentes n'ont laissé subsister que quelques portions qui suffisent pour rappeler à l'observateur le mode d'être des éruptions basaltiques, bien autrement puissantes, de l'Anvergne, et en général de tous les volcans éteints.

L'étude des formations tertiaires lacustres et marines des environs de Montpellier devait plus particulièrement faire l'objet de la seconde partie de l'excursion.

Transportée en voiture à travers les calcaires qui forment, au nord de Montpellier, un plateau considérable, la Société a mis pied à terre à Cou-londres, près Saint-Gély, où elle a reconnu un grand nombre de couches superposées : ce sont d'abord, et en commençant par le haut, des assises de calcaires compactes, bien réglées, contenant de nombreux débris organiques, entre lesquels on distingue un *planorbe* (*Planorbis Riquetianus*) et une *mélanopside*.

Sous ces calcaires et en concordance avec eux, se trouve une couche de lignites autrefois exploitée, et qui a fourni à M. Paul Gervais des ossements de palæotherium, et de *xiphodon*¹. Des terrains complantés de vignes s'étendent entre cette couche de combustible et un faible bourrelet formé dans la plaine par un affleurement du néocomien, même terrain que celui vu le matin au four à chaux de La Valette.

Sur ce bourrelet, s'appuient directement des grès à grains siliceux, d'un volume médiocre, et sur ces grès un *travertin* compacte, avec nombreux

¹ Paul Gervais. *Zoologie et Paléontologie françaises*, pag. 109 et pag. 159, pl. XV, fig. 4.

débris de palmiers et d'autres végétaux, qui avaient attiré dès la veille l'attention de M. de Saporta dans les collections de la Faculté. Une note spéciale que notre savant confrère a rédigée pour le *Bulletin* de la Société, se termine par la conclusion suivante :

« La composition de cette florule, l'affinité des ses formes principales, la dimension considérable des feuilles dicotylédones qu'elle renferme, constituent une réunion d'indices qui reportent l'esprit vers les premiers temps de la période éocène. L'identité probable du *marchantia* avec une des espèces caractéristiques de Sézanne, l'étroite analogie du *Flabellaria gelyensis* avec ceux du Soissonnais, la présence répétée du genre *diospyros*, signalé dans la plupart des localités éocènes, à Skopau en Saxe, dans des grès du Mans, dans le banc vert du Trocadéro et dans les gypses d'Aix, confirment cette manière de voir, sans qu'il soit possible de préciser davantage, à l'aide de documents encore incomplets, l'horizon auquel ces plantes doivent se rattacher. *Le caractère tropical que revêtait sans doute notre végétation méridionale à cette époque*, ressort de l'examen du petit nombre d'espèces recueillies, et s'accroîtra encore davantage à mesure qu'elles deviendront plus nombreuses et mieux connues. »

La Société s'est ensuite rendue à Grabels; elle a suivi la route ouverte dans la direction du Nord au Sud, au contact d'un vaste système calcaire et d'un ensemble d'assises de grès et de poudingues qui le recouvre; les calcaires se reliaient à ceux de Saint-Gély et de Coulondres.

Le village que la Société a ensuite traversé, présente cette circonstance remarquable d'être situé sur la limite de deux formations bien différentes par leur pétrographie et leur orientation. La source qui l'alimente sort précisément d'une *faille* de contact, entre ces deux dépôts: l'un blanc jaunâtre dans tout son ensemble, dirigé N. S. et plongeant Ouest, formé précisément par la série des calcaires et des poudingues précédents; l'autre rutilant, monochrome, composé d'*argilites* et de *brèches* rougeâtres, dirigé E.O. et incliné Sud, au contact immédiat d'un massif oxfordien sous lequel il semble plonger.

Ce terrain rutilant forme en cet endroit un horizon naturel et peut être suivi en ligne droite à partir de ce point, sans solution de continuité, sur une longueur de 20 kilomètres, jusqu'au sud de Gignac, près du petit village de

Vendémien ; ses caractères, si soutenus et si contrastants avec les calcaires et les marnes de Grabels, établissent en sa faveur une indépendance et une autonomie qui ne laissent plus d'autre soin que d'en marquer la vraie position dans la série géologique. L'étude par M. d'Archiac de l'horizon du *groupe d'Alet*, reprise par M. Leymerie, poursuivie par M. Magnan, et plus particulièrement appliquée par nous-même à l'Hérault, nous a conduit à en retrouver un nouveau représentant dans ces couches au sud de Grabels, et à placer ces dernières au niveau des brèches du Tholonet : les poudingues vus le matin à Boutonnet, supportant les assises du calcaire moellon, n'en seraient que le prolongement oriental.

Des couches plissées et relevées, portant non loin de là des empreintes de bélemnites et d'ammonites essentiellement oxfordiennes, supportent, comme le jurassique dont elles font partie, sur toute la ligne de Bize (Aude) à Grabels, les assises garumniennes ; elles forment sur une petite largeur les berges escarpées de la Mosson, qui la coupe en ce point comme dans une *cluse* par une fente transversale ; partout, sur ce parcours, le terrain garumnien est en contact par faille avec la formation lacustre si développée et si complexe du midi de la France. La bande garumnienne se développe au Sud, juxtaposée à la falaise jurassique, tandis qu'au Nord l'horizon est exclusivement constitué par les assises lacustres.

En aval de la fracture que nous venons d'indiquer, la Mosson coule entre des roches non moins escarpées, mais moins plissées, que leur faciès et leur pâte compacte blanchâtre feraient prendre sans examen pour des représentants du jurassique supérieur, mais que la présence de nombreux planorbes restitue aux formations lacustres.

La direction que suivait la Société, perpendiculaire à l'ensemble des assises, lui a fait rencontrer de nouveau les couches oxfordiennes, sur lesquelles la formation lacustre reparait en berceau, et au sortir du massif jurassique, prolongement géographique de celui de la colline de La Valette, la Société a retrouvé la formation tertiaire marine du calcaire moellon et des *marnes bleues* qui le supportent. Ici, comme au sortir de Montpellier, la mer tertiaire battait de ses flots la barrière jurassique, qu'elle n'a pas dépassée du côté du Nord.

Il était facile, du haut de ce massif oxfordien, de saisir de l'œil l'ancien

bassin de cette mer, et de refaire par la pensée la topographie locale consistant à cette époque en continents dentelés de fiords, sur les flancs et dans les sinuosités desquels les sédiments marins venaient se déposer.

La localité où la Société arrivait, et par laquelle elle terminait son excursion de la journée, était le lieu classique de Caunelles, rendu célèbre par les belles *cérithes* que Bruguière a décrites : *Cerithium plicatum* Brug.; *Cerithium margaritaceum* Brocchi ; *Cerithium papaveraceum*...

Les marnes contenant ces coquilles sont bleues dans le bas, jaunâtres vers le haut, et passent insensiblement à des couches plus dures qui ne sont autres que le calcaire moellon, vers la base duquel se montre en abondance une *anomie* (*Anomia sinistrorsa* Marcel de Serres).

Cette première journée, en permettant à la Société de reconnaître sur une aussi petite surface un si grand nombre de dépôts différents, la familiarisait par avance avec le caractère si distinctif de la géologie de l'Hérault, de présenter des documents des âges les plus divers du globe sur un espace géographique très-restreint. Une autre circonstance a pu être constatée dès ce premier jour : c'est l'absence d'aucun relief bien accusé et bien distinct entre des terrains si divers d'âge et de composition. Nous aurons dès demain l'occasion de revenir sur ce fait d'orographie locale.

Journée du mardi 13 octobre.

Le matin, course à Pérols.

La matinée a été consacrée à l'étude des formations littorales, et plus particulièrement à la visite des travaux effectués par M. l'ingénieur Regy au grau de Pérols. M. Regy et son collaborateur M. Dellon ont bien voulu donner aux membres de la Société des explications orales pleines d'intérêt, relativement aux courants littoraux, à la marche des sables, aux atterrissements, aux alluvions marines et fluviales, aux deltas, à la constitution de la plage, enfin aux travaux d'assainissement. Nous renvoyons, pour tous ces détails, au numéro du *Bulletin* de la Société géologique exclusivement consacré à la Session de Montpellier.

La Société a constaté sur le littoral la présence de fragments de sable agglutiné, tout rempli de coquilles, débris de l'ancien cordon littoral, sur

lesquels MM. Marcel de Serres et Figuiet ont, dans des publications spéciales, attiré l'attention des naturalistes : ces deux savants ont fait remarquer l'analogie de phénomènes chimiques récents et même actuels avec ceux qui ont dû présider à l'agglutination et à la consolidation de roches préalablement meubles dans les couches du globe. Ils ont mis en saillie un fait de cristallisation remarquable, par suite duquel le carbonate de chaux amorphe des valves des coquilles qui jonchent nos sables, acquiert une forme très-nette de rhomboèdre, que l'abbé Haüy a nommée *rhomboèdre inverse*, et que présentent d'une manière si parfaite les sables de Fontainebleau, réagglutinés par une eau chargée de carbonate de chaux.

La Société a encore constaté à Pérois le phénomène du *Boulidou*, source bouillonnante, sous l'influence du dégagement quelquefois très-considérable d'acide carbonique.

Le *Boulidou* de Pérois a été en 1706 l'objet d'un travail du médecin Rivière, associé de la Société royale des sciences établie dans notre ville, et en 1743 de M. Haguénot, membre de cette Société. Haguénot s'exprime ainsi : « Le Boulidou est un creux ou bassin formé par la nature, éloigné d'environ 150 toises du village de Pérois ; il est ainsi appelé par les habitants du pays, parce que l'eau qu'il contient bouillonne sans cesse. Cette eau ne vient que des pluies qui tombent du ciel ; ce qui fait qu'en hiver le Boulidou est ordinairement plein, et que pendant les fortes chaleurs de l'été il est entièrement à sec. La terre de ce bassin, lorsqu'il y a de l'eau, forme une vase ou boue noirâtre, que l'on détache facilement du fond et qui a ses usages ainsi que les eaux du Boulidou ».

Le même auteur signale encore un puits à Pérois, qu'il dit être une véritable Mufette¹.

Ce même phénomène se retrouve sur d'autres points du département, entre autres à Puech-Blanc, près de Vendres (arrondissement de Béziers). Le creux de dégagement en est plus grand que celui de Pérois ; il arrive fréquemment que des oiseaux tombent asphyxiés sur les bords.

L'acide carbonique se dégage encore tout près de Montpellier, dans une grotte dite de la Madeleine, creusée dans le terrain oxfordien, près le Mas

¹ Histoire de la Soc. roy. des Sc. de Montpellier, tom. II, pag. 327 et 125, 1778.

d'Andos, entre les deux stations du chemin de fer de Montpellier à Cette qui portent les noms de Villeneuve et de Mireval. Le dégagement n'y est pas permanent, mais il se produit avec une grande activité à certaines époques ; il y aurait imprudence à s'engager sans précaution dans la partie profonde. M. Wolf, alors qu'il professait la physique à la Faculté des sciences de Montpellier, a communiqué le 8 juillet 1861, à l'Académie de cette ville, une note dans laquelle il énonçait le fait que le dégagement d'acide carbonique lui paraissait se reproduire périodiquement et se lier à la hauteur du niveau des eaux qui remplissent les cavités de la grotte. M. Wolf annonçait des études sur les quantités de gaz dégagé, que son départ de Montpellier l'a forcé d'abandonner.

Le soir, course à Saint-Aunès, la Pompignane, Castelnaud. (Pl. VIII, fig. 1.)

La deuxième partie de la journée a été consacrée à l'étude de la mollasse exploitée à Vendargues près de Castries, à celle du terrain secondaire de la colline du Crès, aux sables développés au quartier dit la Pompignane sur la rive gauche du Lez, enfin au tuf quaternaire de Castelnaud.

Les sables ont été creusés sur une grande étendue, pour y établir la voie ferrée de Montpellier à Nîmes ; ils supportent sur certains points des témoins des assises lacustres qui ont été signalées dans la première course (pag. 228) et qui se voyaient sur une surface assez considérable aux environs de la station de Saint-Aunès, avant que les constructions les eussent complètement recouvertes.

C'est à cette station que la Société a mis pied à terre ; elle n'a pas tardé à rencontrer sur sa route des monticules affectant une hauteur plus grande que celle des sables plus près de Montpellier : c'est qu'ils présentent ici un revêtement considérable de cailloux de *quartzites* rubigineux, qui ne sont autre chose que la continuation vers l'Ouest de la vaste nappe de cailloux bien connue dans le Midi sous le nom de *Crau*. Des hachures les désignent dans la partie orientale de notre Carte.

Ces cailloux, généralement ellipsoïdaux, de différentes grosseurs, sont constitués pour la plupart par un grès dur et comme lustré ; on y trouve mêlés des fragments de calcaires noirâtres, des *silex* blancs et des *jaspes*, et aussi quelques roches *amphiboliques* ; tous ces éléments sont étrangers au

sous-sol qu'ils recouvrent. Les cailloux sont incohérents ; leur forme varie : quelques-uns offrent des angles obtus et des faces polies qui rappelleraient plutôt les cailloux entraînés par les glaciers que des galets roulés dans les eaux courantes ; un autre caractère tout particulier de ce dépôt caillouteux, et qui contribuerait à faire supposer une intervention glaciaire, consiste en ce fait observé par M. É. Dumas, que la position et la hauteur qu'affectent les cailloux ne sont pas, comme c'est l'ordinaire, déterminés par leur volume ; les plus considérables d'entre eux occupent souvent les sommets des collines.

Un autre fait a frappé la Société : c'est la présence, parmi ces innombrables quartzites, d'un certain nombre de cailloux de quartz blanc translucide, rappelant les quartz des filons dans les montagnes schisteuses du centre et du midi de la France. Ces cailloux sont ici en infime minorité, mais ils augmentent rapidement de nombre et finissent par prédominer, les quartzites disparaissant complètement quand on se dirige vers l'ouest du département. Sur le plateau même qui porte Montpellier, les quartzites ont cédé la place aux cailloux de quartz blanc ; ces derniers occupent une surface d'une grande étendue dans la partie méridionale du département marquée d'un pointillé dans notre Carte ; leurs caractères trahissent comme lieux de leur provenance les terrains schisteux de la montagne Noire.

Saint-Aunès aurait donc été le point de rencontre de deux courants, dont l'un, venant de l'Ouest, apportait les matériaux des plus anciennes formations du département, et l'autre entraînait les quartzites, dont on ne saurait chercher l'origine ailleurs que dans le massif des Alpes. Ce point de leur parcours correspondait à une extrémité commune de leurs cônes de déjection respectifs, bord extrême et mitoyen d'un double éventail de débris réduit à une très-faible épaisseur. La Société a pu constater de l'œil la bande infiniment mince et très-rapprochée de la mer que ces dépôts forment sur les premières ondulations du terrain du littoral : elle a dépassé vers le Nord cette limite, après avoir franchi la légère éminence qui sépare Saint-Aunès du bas-fond où a été établie la route de Montpellier à Sommières.

De ce côté et dans cette direction, les sables marins finissent eux-mêmes, arrêtés qu'ils sont par les terrains secondaires.

Ces derniers forment une falaise très-accentuée vers Castries à l'Est et le Crès à l'Ouest ; entre deux, le sol offre une surface déprimée, plate,

unie, qui semblerait, par l'uniformité de son niveau et son horizontalité, exclure la multiplicité des éléments géognostiques. Cependant un examen minutieux ne tarde pas à découvrir à l'aide du marteau trois natures pétrographiques bien différentes : l'une terreuse, lâche, caractéristique du calcaire moellon ; la seconde compacte, à la couleur brune, aux assises minces et très-réglées ; la troisième compacte comme la seconde, mais d'une couleur blanche et rosée, d'un aspect marmoréen et sous forme de couches massives peu distinctes en ce point. Cette triple juxtaposition sans le moindre relief se retrouve en plusieurs points de l'Hérault, et ne contribue pas peu à rendre difficile le diagnostic géologique, que la rareté relative des fossiles rend déjà souvent très-obscur.

La mollasse exploitée en ce lieu même se trouve donc apposée aux calcaires secondaires, sans autre indice de contact qu'une usure très-prononcée et un polissage très-sensible de la roche qui a servi de falaise. Les carrières ont offert la pierre exploitée avec les caractères ordinaires de la mollasse du Midi ; généralement grise, accidentellement colorée en bleu sur des portions irrégulières de sa surface, elle a fourni les débris d'un oursin de la famille des *Schizaster* et un grand nombre de débris de coquilles à peine reconnaissables, parmi lesquelles les Pecten dominant ; la pierre s'exploite en cet endroit sous forme de dalles ; elle est connue des constructeurs sous le nom de pierre de Vendargues. A quelques pas plus loin, à l'Est, elle prend un grain plus fin qui la rend propre à servir de pierre de taille, et constitue alors la pierre de Castries, employée pour nos maisons de Montpellier.

Une collection faite avec beaucoup de soin dans cette localité par M. le Dr Delmas, a permis à M. Paul Gervais de dresser une liste des vertébrés de ces calcaires miocènes, qu'on retrouvera dans les fascicules de notre Académie¹

La roche brune, aux assises minces bien réglées, qui supporte la mollasse a fourni, quelques pas plus loin, en grande abondance, la *Terebratula peregrina*, la même que nous avons rencontrée à La Valette, et ici encore en relation tout au moins de voisinage avec la formation de calcaire marmoréen de couleur blanche et rosée, à bancs épais, que nous avons signalée dans

¹ Acad. des Sc. et Lett. Montp. Extrait des procès-verbaux 1863. Séance du 14 décembre.

notre première course comme paraissant recouvrir les couches néocomiennes.

Ce calcaire forme la colline qui porte le village du Crès; il s'y présente en bancs compacts bien réglés; le Salaison coule dans une dépression provenant d'une fracture dans le massif. Le calcaire est blanc sur le revers sud de la colline; il est plus brun et forme des couches moins épaisses sur le revers nord; tout auprès des maisons du village, sur le même revers, il offre des dislocations et des plissements intéressants à constater.

Un chemin sur la colline orienté du Nord au Sud a permis à la Société de redescendre la série des dépôts, le prolongement général s'effectuant au Nord, et elle n'a pas tardé à changer d'horizon; aux calcaires blancs ont succédé d'autres calcaires, mais ceux-ci moins compacts, plus terreux, généralement bruns, alternant avec des couches marneuses qui ont présenté en grande abondance des empreintes rappelant des formes végétales qu'on a rapportées à des Fucus.

Ces empreintes, appelées *Chondrites scoparius*, caractérisent une subdivision de la période jurassique qu'on a nommée *Oolite inférieure*; au-dessus de ces couches quelques traces de polypiers, et au-dessous, des débris d'un mollusque appelé lime (*Lima heteromorpha*), ont fait reconnaître à l'un de nos confrères, M. Dieulafait, le niveau d'un dépôt de cette même époque très-connu en Normandie sous le nom local de *la Matière*. Ces diverses assises forment au sud de la colline du Crès un relief assez prononcé, dirigé E.O., connu sous le nom des Mandroux.

La Société s'est retrouvée, après quelques pas, en continuant de suivre la direction N.S., sur le littoral des sables de Montpellier où elle avait abordé au commencement de la course à la station de Saint-Aunès. Ces sables, très-uniformes dans leur composition, sur des épaisseurs plus ou moins considérables, sont l'objet d'exploitations importantes sur la rive gauche du Lez, dans le quartier dit la Pompignane; c'est là qu'est située la campagne de M. Saintpierre, professeur-agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier, qui a bien voulu, avec une grâce parfaite, offrir à la Société une splendide collation; la salle des rafraichissements qui n'était autre que le toit d'une carrière riche en ossements, les divers crus au bouquet généreux servis en abondance, l'attention délicate de l'amphytrion qui avait eu soin de recueillir de nombreux débris organiques dans le lieu même de la réunion, sa

cordiale hospitalité : tout concourait à donner à cette halte, après la fatigue de la journée, un caractère d'heureuse conciliation entre les satisfactions du corps et celles de l'esprit et du cœur.

Parmi les débris de grands vertébrés exposés par M. Saintpierre, nos confrères, MM. Gaudry et Pomel, ont reconnu des os de *Rhinoceros megarhinus* et de *Mastodon brevirostris*; quelques traces de débris humains ont été rencontrées dans les portions remaniées de la carrière.

Les sables de la Pompignane supportent, près du village de Castelnau, un dépôt considérable de tuf qui a de tout temps provoqué l'attention et l'étude des géologues du pays.

Dès 1818, Marcel de Serres, dans un Mémoire inséré dans le *Journal de physique*, tom. LXXXVII, pag. 120 et suivantes, distinguait dans notre région quatre formations lacustres dont la supérieure répondait précisément au dépôt de tuf du bord du Lez à Castelnau : de là le nom de *calcaire lacustre supérieur*, que notre prédécesseur donnait à cette formation de travertin, laquelle a été à tort maintenue et comprise dans les couches tertiaires par les auteurs qui font autorité en matière géologique¹.

Tout récemment les tufs des environs de Montpellier ont été l'objet d'une étude paléontologique spéciale de la part de M. Gustave Planchon, aujourd'hui professeur à l'École de pharmacie de Paris².

M. de Saporta a bien voulu, sur les lieux, énumérer les principaux traits caractéristiques de cette flore quaternaire et les rapprocher de ceux qu'il a mis lui-même en relief dans son *Étude des tufs de la Provence*; ses conclusions sont les mêmes que celles de M. G. Planchon. « Il paraît, dit-il, établi, conformément aux conclusions de M. Gustave Planchon, que la vigne et le figuier ont été autrefois représentés dans le pays par des races indigènes et spontanées, confondues depuis avec les variétés cultivées, introduites par l'homme à l'âge historique. Il est probable que le noyer doit être rangé dans la même catégorie. »

M. Planchon a prouvé dans son travail que les tubes serpuliformes qui caractérisent certains blocs de tufs et qu'on a pris quelquefois pour des moules

¹ D'Archiac; *Géologie et paléontologie*, pag. 649, 1866. — Raulin; *Géologie de la France*, 1868.

² *Étude des tufs de Montpellier*, 1864.

de racines, ne sont autre chose que les abris incrustés d'une larve de *Rhyacophila* qu'il a désignée du nom spécifique de *Tofcola*.

M. de Saporta formule la conclusion suivante relativement aux modifications de notre climat survenues depuis le dépôt du tuf :

« Quoique la persistance sur les mêmes lieux de la plupart des espèces des tufs quaternaires atteste qu'il ne s'est passé dans l'intervalle aucune révolution brusque et radicale, cependant le retrait partiel du Laurier ordinaire et l'élimination complète du Laurier des Canaries annoncent que les conditions climatiques se sont aggravées depuis lors, et que la température s'est abaissée sensiblement, ou du moins est devenue moins égale et moins humide. »

On nous saura gré de rapporter ici les conclusions de notre confrère, M. l'ingénieur Belgrand, touchant l'ancien niveau des sources qui ont déposé le tuf de Castelnau :

« Ce dépôt occupe aujourd'hui le sommet et le revers d'un coteau qui longe une petite vallée ouverte dans le sable de Montpellier. Il a été certainement produit par une ou plusieurs sources incrustantes, dont les eaux contenaient plus de 20 centigrammes de carbonate de chaux par litre, analogues à celles qu'on trouve encore dans un grand nombre de localités, notamment dans les montagnes jurassiques de la Bourgogne.

» Mais aujourd'hui les sources de Castelnau n'existent plus, elles sont complètement taries, et j'ajouterai que dans les conditions météorologiques du climat actuel de la France, il est impossible qu'une source jaillisse au sommet du dépôt de tuf que nous avons visité ce soir. J'ai constaté par de nombreuses observations que dans les vallées entièrement perméables, comme celles dont il s'agit, on ne voit jamais de sources sur le flanc ou au sommet d'un coteau ; les sources dans ces conditions sont toujours confinées au fond des vallées et à une petite hauteur au-dessus du thalweg. Il arrive même, lorsque les vallées sont courtes et débouchent dans une dépression plus profonde, qu'elles sont entièrement dépourvues d'eau courante. C'est ce qui arrive à Castelnau ; la Lez draine complètement cette localité, et on ne voit aucune source dans la petite vallée, pas plus sur le thalweg qu'à flanc de coteau.

» Mais j'ai constaté également qu'à l'époque quaternaire les pluies étaient

tellement abondantes que les terrains les plus perméables laissaient ruisseler les eaux pluviales à leur surface, et que des sources coulaient à flancs de coteau. Les cours d'eau étaient incomparablement plus grands que nos rivières modernes. Nous en avons aujourd'hui un exemple bien frappant pour ainsi dire sous les yeux : le Rhône et ses affluents, nous l'avons vu ce matin dans notre excursion à Pérols, n'amènent plus à leur embouchure que du limon et du sable ; ils entraînaient alors les énormes cailloux qui forment les plaines de la Crau et de Montpellier. A cette époque, il a donc pu exister une source au sommet du dépôt de tuf que nous avons exploré, ce qui confirme l'opinion émise par M. de Saporta, que ce tuf appartient à l'époque quaternaire ; car je viens de démontrer qu'il n'a pu être déposé dans les temps modernes, et il est évidemment moins vieux que les sables de Montpellier. »

Journée du mercredi 14 octobre.

Course à l'Abbaye de Valmagne et à Pézenas. (Pl. VIII, fig. 2.)

Partie à sept heures du matin en voiture, la Société n'a pu reconnaître les sables marins, le calcaire moellon supporté par les marnes bleues que la route de Montpellier à Montbazin traverse successivement ; c'est à la limite des dépôts marins tertiaires et du terrain jurassique que la Société a mis un moment pied à terre pour reconnaître ce contact.

Les marnes bleues supportant, à Montbazin comme partout, les marnes jaunes, viennent butter contre les calcaires oxfordiens, au point où la route gravit les hauteurs qui séparent la plaine de Gigean du bassin de Villeveyrac ; les marnes jaunes se durcissent légèrement près du terrain secondaire ; des bancs d'huitres de grande taille (*Ostrea crassissima*) attestent par leur nombre, comme les roches jurassiques par leur état de désagrégation, par leurs formes grossièrement arrondies et leur état de perforation, la présence d'une falaise, et la production en ce lieu de tous les phénomènes qui s'observent sur le littoral de nos mers actuelles.

Le massif jurassique traversé par la route est constitué par des calcaires gris marneux, quelques-uns très-compactes, un grand nombre passés à l'état de dolomies cavernueuses, dont quelques-unes très-friables et décom-

posées en sable ; il forme ici, comme à Montpellier, au Crès et à Grabels, la falaise nord des sédiments marins de l'époque tertiaire, qu'il sépare des formations lacustres, dont l'étude devait faire l'objet de la course de ce jour.

Arrivée au col, à la limite des deux bassins, la Société a pu juger de la différence très-frappante du vaste horizon lacustre qui se développait sous ses yeux, avec la plaine marine qu'elle venait de traverser. Villeveyrac est au centre d'un bassin trahissant son origine lacustre par la diversité des couleurs et la nature variée des sédiments qui l'ont comblé ; ces dépôts constituent des gradins successifs s'étageant les uns sur les autres, et s'appuient par leur base aux contreforts jurassiques ; ils présentent par cette disposition une coupe aussi variée que facile à saisir. Moins net et moins aisé à établir devait être leur *synchronisme*.

Une tranchée pratiquée dans le massif oxfordien, pour le chemin de fer de Montpellier à Paulhan, a mis à jour, sur une largeur de 100 mètres, un épanchement de matière ferrugineuse, rappelant tout à fait par son faciès, sinon aussi complètement par sa composition, le minerai appelé *bauxite*, auquel l'extraction de l'aluminium a donné une grande importance dans ces derniers temps. Le fer à l'état *pisolithique* s'y trouve empâté dans une argile rougeâtre qui remplit de vastes fissures et souvent jusqu'aux plus petits interstices de la roche oxfordienne.

Un de nos diagrammes est spécialement consacré à la représentation de ce phénomène (*Pl. X, fig. 2*).

Les circonstances du gisement retracent une origine éruptive, et présentent comme le type des phénomènes appelés *geysériens* par M. Dumont, et sur lesquels M. d'Omalius d'Halloy a appelé si souvent l'attention des géologues ; cette éruption s'est faite dans le département de l'Hérault sur un très-grand nombre de points ; les environs de Bédarieux la présentent au milieu de la dolomie de l'oolite sur une très-vaste échelle. Elle se retrouve près de Montpellier, à Villeneuve, sur la route de Cette ; on l'observe encore entre Creissels et Quarante, dans l'arrondissement de Béziers ; elle se présente partout avec les mêmes caractères pétrographiques et dans les mêmes rapports stratigraphiques, le plus souvent au contact de deux formations d'âge très-différent, sorte de production aquoso-thermale favorisée pour sa sortie par les failles et les dislocations.

La tranchée de Villeveyrac, où ce phénomène s'est présenté avec une aussi grande netteté, se termine, à sa partie occidentale, par des assises régulièrement stratifiées de calcaires et de marnes, lesquelles constituent le commencement d'un dépôt lacustre très-considérable, qui se développe vers Saint-Pargoire ; l'argile ferrugineuse geysérienne a été reprise par les eaux qui ont déposé ces sédiments, et stratifiée par elle à l'égal des autres assises et incluse ainsi dans les couches de cette formation lacustre.

L'attention de la Société devait se porter plus exclusivement sur la série des étages superposés qu'elle avait aperçus de Villeveyrac, et négliger ces dépôts dont la tranchée de Cantagals présentait les premières strates.

Une coupe faite en 1862, par MM. Matheron, Paul Cazalis et nous-même, dans la direction du N.E. au S.O., a permis de reconnaître la série d'assises suivante ; nous nous bornerons à l'extraire du Mémoire de notre confrère M. Matheron, *sur les dépôts fluvio-lacustres tertiaires*, 1862.

L'énumération en est faite dans l'ordre ascendant ; nous renvoyons pour les détails au texte de M. Matheron.

G. — Dépôt sidérolithique.

F. — Grès et argiles de Roquemale, marnes et grès de couleur grisâtre ou jaunâtre à la base.

Argiles bigarrées, marnes et grès en couches nombreuses et multicolores.

Quelques minces couches de calcaire noduleux avec *Helix*, *Physa doliolum*, Math.

Argiles rouges, bigarrées ou lie de vin, avec gypse laminaire disséminé et grès.

E. — Calcaire de Villeveyrac et de Fontdouce en couches nombreuses.

D. — Marnes jaunâtres ou violacées en couches nombreuses.

Grès assez compacte avec *Unio Cazalisi*.

Alternances de couches nombreuses de grès et de marne sableuse de couleur grise ou jaunâtre.

(Ces trois derniers termes composent le groupe de grès de Marcouine, du nom d'une ferme voisine de Fontdouce).

C. — Calcaire du Puits-d'Argent et des Dentelles en couches puissantes avec *Helix*, *Cyclostoma Bayley*, Math.; *Cyclostoma Luneli*, Metz, *Cyclostoma bulimoides*, Math.

B^s. — Marnes argileuses rouges, poudingues pisolithiques rosés.

Bⁱ. — Calcaires de la garrigue de Valmagne.

B^t. — Calcaire marneux et calcaire compacte en couches peu nombreuses et peu développées avec une paludine de grande taille qui paraît nouvelle.

Marnes jaunâtres.

Calcaire marneux et calcaire plus ou moins compacte du Mas de Novi.

Marnes jaunâtres et poudingues.

C'est à cette dernière assise que s'est arrêtée la coupe faite en 1862.

Si l'on poursuit à l'Ouest, on recoupe les couches suivantes, disposées en concordance les unes avec les autres, mais en *discordance* très-sensible par rapport aux couches repliées en berceau du Mas de Novi.

A. — Assises de calcaire marneux blanchâtre exploité à l'ouest de Marcouine, accompagnées de marnes blanches, jaunes, un peu rosées en certains endroits.

Marnes panachées et marnes rouges alternant avec des poudingues et des sables panachés.

Marnes jaunes avec calcaires et blocs roulés.

Plus à l'Ouest, du côté de Saint-Pons, la mollasse à grandes huitres repose en stratification discordante sur les assises de marnes à gros blocs calcaires.

Comme nous le disions, le travail de l'analyse était simple, la coupe était nette ; une simple promenade attentive permettait de saisir chacun des feuillets de ce chapitre de l'histoire des formations lacustres du midi de la France ; mais séparé du livre complet, ce chapitre ne pouvait avoir aucun sens ; aussi n'avait-il pas été compris des observateurs locaux, qui s'étaient bornés à déchiffrer ces pages sans connaître le contexte ; c'est du contexte que la lumière devait jaillir et qu'elle a, en effet, jailli. Les phénomènes lacustres ont eu leur maximum de développement et comme leur épanouissement en Provence ; or les couches de Villeveyrac, isolées et comme perdues dans le département de l'Hérault, ne présentent qu'une phase de ces grands phénomènes sédimentaires ; il n'était possible d'en saisir la véritable place qu'à la condition de connaître l'ensemble dont elles font partie.

M. Matheron, mettant à profit l'avantage tout exceptionnel de posséder dans sa région naturelle la collection à peu près complète et presque unique des archives de cette histoire, si importante pour notre Midi, n'a pas eu de peine à rendre à ces terrains leur vrai synchronisme.

De son côté, M. Leymerie a été amené à retrouver la date de ces mêmes dépôts, en poursuivant dans son prolongement oriental le *groupe d'Alet*, que M. d'Archiac avait en 1859 si nettement détaché des couches recouvrantes à Alet, près de Limoux (Aude). L'Aude, comme la Provence, offrait donc des termes de la série dont l'absence à Villeveyrac constituait dans cette partie de l'Hérault une lacune regrettable. A la clarté des lumières qui arrivaient ainsi à la fois de l'Ouest et de l'Est, l'obscurité devait disparaître. Le système de couches rutilantes qui se développe au-dessus de l'abbaye de Valmagne s'est trouvé n'être que la suite orientale des argiles à lignites et des argiles bigarrées avec *cyrènes* de l'Aude, comme il continue à l'Ouest les argiles ferrugineuses de Vitrolles et du Cengle, de la Provence.

Un seul point reste en litige : faut-il rattacher au système rutilant les couches si pittoresques qui forment les dentelles près de l'abbaye ? Cette question a été débattue par MM. Matheron et Leymerie, qui, n'étant pas du même avis, ont présenté tour à tour, sur les lieux mêmes, des considérations qui ont vivement intéressé la Société.

En jetant les yeux sur notre Carte Villeveyrac-Valmagne (*Pl. VIII, fig. 2*) on saisira facilement l'objet de la discussion ; on y verra marqués de hachures spéciales les deux horizons qu'on y constate : d'une part, les calcaires marmoréens et marnes rutilantes dont le parallélisme avec le Garumnien de M. Leymerie n'est pas contesté ; d'autre part, les calcaires à dentelles, les argiles, grès et calcaires, inférieurs au système précédent, que M. Matheron place au niveau des *calcaires de Rognac*, à cause de la faune identique des calcaires à dentelles et de ces derniers. M. Leymerie voudrait comprendre tout le système inférieur dans son Garumnien.

Nous n'avons pas la prétention de vider la question débattue entre nos deux savants confrères ; bien que sur notre Carte générale, dans l'unique but d'éviter l'emploi d'une couleur nouvelle, nous ayons figuré toute la surface sous la couleur et la lettre du Garumnien, nous avons voulu seulement exposer les termes du problème, afin d'éveiller sur ce point particulier l'attention des géologues qui, sous peu de jours, grâce à la ligne ferrée de Montpellier à Paulhan, pourront aisément se transporter dans cette région, pleine d'intérêt au triple point de vue archéologique, pittoresque et géologique.

L'heure était venue de se mettre en route pour Pézenas. Cette dernière

partie de la course n'a été l'objet d'aucune constatation ; la route, effectuée en voiture, est tout entière tracée dans les marnes bleues ; la colline de Marennes, entre Montagnac et Pézenas, est remarquable par la coupe naturelle qu'elle présente et les dimensions considérables des huitres qui y forment des bancs à diverses hauteurs. La Société, après avoir observé ce gisement et recueilli un grand nombre d'échantillons de ces grandes huitres, est arrivée à Pézenas à la nuit tombante.

Avant de terminer ce compte-rendu, nous devons rappeler avec un juste sentiment de gratitude la réception tout ensemble si luxueuse et si cordiale dont elle a été l'objet de la part de M. le marquis de Turenne, propriétaire de l'abbaye de Valmagne. M. le marquis, après une splendide collation offerte aux membres de la Société, les a guidés au milieu des vastes atténuances de l'abbaye et du cloître, à la restauration duquel il n'a pas craint de consacrer des sommes considérables.

Journée du jeudi 15 octobre.

La journée du jeudi 15 devait être consacrée à l'étude des traces incontestables qu'ont laissées les phénomènes volcaniques dans notre région ; toutes les sortes de produits de nos volcans modernes se retrouvent dans un grand nombre de localités de notre département ; notre Carte les indique par la lettre B, affectés d'une couleur qui par son intensité se distingue de toutes les autres. Dans l'impossibilité où se trouvait la Société de les étudier partout où ils se rencontrent, elle a choisi deux points se rapportant à deux époques différentes : le premier est la presqu'île d'Agde, remarquable par l'état de conservation des principaux indices de ce genre de phénomènes ; le second est une région aux environs de Pézenas rendue classique par la découverte d'ossements nombreux qui assignent un âge précis aux alluvions volcaniques qui les renferment.

Région d'Agde. (Pl. ix, fig. 4.)

Dès le matin, la Société constatait sur la voie du chemin de fer du Midi, un vaste déblai opéré dans un cailloutis très-épais, composé pour la plus grande

partie de quartz blanc, lequel forme en entier le sous-sol de la presque ile d'Agde, et n'est que le prolongement de cette vaste nappe siliceuse que nous avons indiquée comme s'étendant depuis Roquessels, non loin de Faugères, jusques à Murviel à l'Ouest et vers Méze du côté de l'Est ; à quelques pas de la métairie Ménard, vers le Sud, on observe la superposition que présente la *fig. 5, Pl. IX*. Le sous-sol caillouteux supporte une couche de tuffa que recouvre à son tour le basalte solide formant comme partout une masse horizontale unie. C'est au basalte que la surface comprise entre l'Hérault et la région marécageuse du petit Bagnas doit sa parfaite horizontalité, contrastant avec la gibbosité qui porte le phare : cette opposition si frappante des deux niveaux est, avec la forme du monticule, l'un des indices les plus caractéristiques d'une origine volcanique. D'Agde même et d'un point quelconque de la plaine, le mont Saint-Loup paraît, en effet, s'élever brusquement du pays bas qui l'entoure, sans s'y souder par aucun pli précurseur d'inégalités ; l'humble cône élevé par des fourmis dans une allée de jardin à la suite d'un lent travail d'entassement, est le type de ce genre d'inégalités : tout cône volcanique résulte lui-même de la lente accumulation, à l'entour d'un orifice, de matériaux sortis de l'intérieur du sol à l'état pulvérulent. La constitution de la montagne du phare en est un magnifique exemple.

Les divers chemins qui d'Agde mènent à la mer, entament à peine la nappe basaltique dont l'épaisseur généralement faible n'a pas favorisé la division en prismes ; c'est sous forme de masses grossièrement sphériques que le basalte se présente ; résistant à sa partie profonde, il se délite à la partie extérieure ; les carrières où on l'exploite pour les constructions ou pour le macadam, quelques chemins creux à côté d'Agde, la tranchée du chemin de fer, permettent de constater ce mode de décomposition en globoïdes informes, qui quelquefois tout à fait isolés les uns des autres figurent assez bien, comme autour du mas Rigaud, des boulets échappés de la bouche d'un projectile proportionné à leur volume. La roche est grise, plus ou moins vacuolaire, très-pauvre en péridot ; ces trois caractères tirés de la couleur, de la texture et de la contenance en péridot, distinguent ce basalte d'autres roches de même origine que l'on retrouve en d'autres localités du département, et en particulier de celles de Montferrier, que la Société a visitées : elle y a constaté la couleur noire du basalte, sa texture compacte, sa richesse en péridot ;

ce dernier semblerait donc dans nos régions avoir prédominé dans certaines éruptions que quelques signes nous porteraient à considérer comme plus anciennes, à l'encontre de ce que l'on a observé en Auvergne, où le périclote caractériserait spécialement les éruptions de fraîche date.

Le sentier longé par le poteau du télégraphe du phare est particulièrement propre à montrer les éléments stratigraphiques dont cette région si plate se compose. Il suit sur certains points le bord oriental de la nappe basaltique, et permet de constater la couche de tuffa qui le supporte, et dans certaines dépressions plus profondes, le cailloutis siliceux qui forme le sous-sol général. Le tuffa est argileux, composé de matériaux volcaniques très-atténués, ne rappelant en rien le tuffa palagonitique de Montferrier. A quelques pas au sud de la ferme de Tredos, une miniature de faille présente le cailloutis deux fois surélevé (*Pl. IX, fig. 10*). Cette cassure se présentant dans la direction E.O., fait apparaître le cailloutis sur le chemin du cap (*Pl. IX, fig. 7*) ; les cailloux occupent encore une assez grande surface au sud du mas Janin, vers Saint-Martin des Champs, dans les mêmes relations avec le tuffa et le basalte. Au nord de Tredos et non loin de la faille, le basalte s'arrête, et le tuffa, sensiblement relevé, affecte une épaisseur considérable que l'on peut mesurer en suivant les poteaux télégraphiques jusqu'aux trois quarts du cône, où il disparaît sous l'entassement des scories du sommet (*Pl. IX, fig. 6*). La route appelée chemin du Cap, que les voitures ont forcé la Société de suivre, plate et horizontale jusqu'à ce point, s'élève rapidement et trahit par le ralentissement imposé brusquement à la marche la surélévation du tuffa. On a peine à ne pas y voir les traces d'une action dynamique qui aurait exagéré après coup les pentes naturelles d'un talus par entassement¹. Quoi qu'il en soit, le basalte s'arrête au bas de la montée, et l'ascension du cône ne fait voir plus haut aucun fragment de nappe indiquant une coulée démantelée.

Au tuffa succèdent les bombes volcaniques et les scories. Le sentier qui, se détachant du chemin du Cap au sommet du col porte au phare, est tout entier tracé sur des portions de basalte scoriacées, de forme généralement

¹ M. A. Vézian, professeur de géologie à Besançon, dans son excellent *Prodrome de géologie* (tom. II, pag. 511), constate, au mont Saint-Loup d'Agde, une dislocation qu'il rapporte à son 37^e soulèvement, celui du mont Ventoux.

elliptique, quelques-unes très-bizarrement contournées, la plupart très-spongieuses, remarquablement légères; les unes très-noires, les autres rougies par l'oxide de fer et paraissant encore incandescentes. Si, au lieu de suivre le chemin battu et rendu solide, on gravit à travers les terres cultivées, on se trouve au milieu de ces matériaux incohérents, poreux et scoriacés, qui rendent la marche pénible et rappellent les impressions des touristes qui ont gravi le Vésuve; près du sommet se trouve ouverte une excavation au milieu de scories rouges, restes d'une carrière de *pouzzolane* abandonnée aujourd'hui, mais qui permet de saisir à nu la structure de cette partie de la montagne¹; par suite de la disposition naturelle aux matières meubles à se stratifier, on y constate des sortes d'assises, mais sans indice aucun de l'intervention de l'élément aqueux. Le tuffa lui-même qui supporte le basalte ne paraît avoir eu d'autre véhicule que l'eau chaude dégagée du volcan, matière boueuse imprégnée d'eau se déposant à mesure qu'elle s'épanchait; rien ne fait croire à une stratification ultérieure au milieu d'une masse d'eau douce ou salée; l'absence de tout débris organique, et les délits qui ne dépassent pas en régularité ceux que peut affecter spontanément une matière boueuse, excluent la pensée d'une éruption sous-aquense.

La Société n'avait pas rencontré de scories à Montferrier; la forme essentiellement conique de la butte, son bouquet de prismes au sommet, ne permettent pas de croire à une dénudation ultérieure de matériaux autrefois existants; le foyer n'y a pas été actif à la manière de nos volcans modernes: les scories de la montagne d'Agde indiquent des scènes tout autres, et nous retracent une partie de celles dont le Vésuve et l'Etna nous rendent les témoins. Cette accumulation sur un même point de matières incohérentes, spongieuses, étirées, rappelle trop bien nos cônes volcaniques modernes, pour que nous n'assimilions pas, au travers des temps, les deux phénomènes. Toutefois l'état actuel du sommet de la montagne, les relations de position de la nappe basallique par rapport au lieu d'entassement des scories, empêchent que nous retrouvions ici, comme dans certains volcans d'Auvergne, toutes les phases d'une éruption se faisant au centre d'un cratère, et déversant

¹ Cette structure se reconnaît encore mieux dans les collines volcaniques de Saint-Thibéry appelées *les Monts*; les carrières de pouzzolane ont mis à jour l'intérieur de la montagne.

sur ses flancs des courants de lave. Nous n'avons ici, ni cratère indiscutable, ni courant dans le sens rigoureux du mot ; on compte du haut du phare jusqu'à sept monticules que nous avons eu le soin de marquer dans notre Carte et de désigner par leur nom respectif. Ils sont tous formés de ponces et de scories ; réunis entre eux par la pensée, ils ne formeraient que les trois quarts d'un cirque ; la partie demeurée béante ne paraît pas correspondre au lieu de déversement de la lave, comme c'est le cas pour certains cratères éventrés d'Auvergne ; il y a, nous le répétons, indépendance complète du basalte de la plaine par rapport au cortège éruptif du sommet : ni le basalte qui porte la ville et qui s'étend à l'ouest du pic jusqu'aux bords de l'Hérault, ni celui qui est situé au sud de la métairie Ménard, ni celui qui, auprès de la mer, porte la mesure ruinée de la Clape, ne paraît s'y rattacher. Chacune de ces nappes semble née sur place à la manière de nos basaltes sans scories, représentant peut-être le cas du Puy d'Enfer en Auvergne, lequel sur la belle carte de M. Lecoq paraît sous forme d'un vaste amas de scories recouvrant un plateau basaltique ; quelques traits de la description (*Époques géologiques de l'Auvergne*, tom. IV, pag. 462) semblent empruntés à notre région. A Agde comme au Puy d'Enfer, le basalte aurait été antérieur à l'explosion des scories.

Le chemin du cap, après avoir franchi le col situé entre le grand et le petit Pioch, descend rapidement vers la partie plate du côté sud et fait retrouver le tuffa, sous-sol des scories, contenant par places des amas de concrétions calcaires blanchâtres ; le tuffa présente sur la gauche des inclinaisons très-rapides rappelant les dispositions tourmentées et presque discordantes, si fréquentes dans les matériaux volcaniques. Le chemin cotoie ensuite une nappe basaltique assez circonscrite, où est sise la maison de la Clape ; il traverse de nouveau le sous-sol *pépérineux* que viennent recouvrir les sables des dunes le long de l'étang de Luno, et remonte sur un bourrelet très-accentué dû à une circonstance remarquable : l'existence d'un vrai filon de basalte qui a relevé le tuffa et formé une éminence allongée parallèle au rivage dont l'extrémité occidentale porte le nom de cap d'Agde (*Pl. XI, fig. 4*).

La Société a descendu les couches pépérineuses fortement relevées sous la batterie, et a constaté par-dessous la présence de roches basaltiques noires, scoriacées, dont on ne peut récuser le rôle dynamique. Ces roches se présen-

tent sous la forme pittoresque de trois dykes isolés qu'on appelle dans le pays les Trois Frères. On les voit du bord de la mer surgissant au-dessous du tuffa, et témoignant d'une éruption postérieure à celle déjà bien récente des matériaux volcaniques de la région que leur superposition au-dessus des cailloux siliceux rapproche des derniers temps de l'époque quaternaire.

Région du Riège, près Pézenas. (Pl. ix, fig. 9.)

La seconde partie de la journée allait être consacrée à l'étude d'une nouvelle région qui présente elle aussi des traces de phénomènes volcaniques, mais dans des conditions tout autres. La disposition des lieux, la nature des dépôts, l'époque de leur formation, tout devait différer dans ce nouveau champ d'observation. On n'avait pas affaire à un ancien centre de phénomènes éruptifs, se révélant aux yeux par ses formes et par la nature spéciale des matériaux accumulés. Ici, ni éminence en forme conique, ni vastes plateaux à surface horizontale contrastant par cette horizontalité avec un sous-sol diversement accidenté; de simples dépôts, que tout dans leur disposition, ferait confondre au premier abord avec des sédiments ordinaires, mais qui se distinguent par leur couleur généralement noire et leurs éléments empruntés pour la plus grande partie à des roches de provenance volcanique.

Au bas de collines d'une médiocre hauteur, sur un espace resserré où coule un faible cours d'eau appelé le Riège ou Saint-Martial, on observe un ensemble d'assises très-irrégulièrement inclinées, formées d'une alternance de grès siliceux grossiers et de marnes blanches fissiles, qui présentent toutes d'une manière uniforme le caractère remarquable d'être pénétrées de fragments de basalte et de péridot : les grès plus ou moins cohérents, à éléments plus ou moins fins, très-caillouteux sur certains points, dominant dans la formation. Ils ont enveloppé des débris nombreux de grands mammifères, parmi lesquels les paléontologistes ont reconnu un éléphant particulier, l'*Elephas meridionalis*, un hippopotame, l'*Hippopotamus major*, un grand cerf, qui a reçu de M. P. Gervais le nom de *Cervus martialis* (Pl. XIII, fig. 1). Les mêmes débris se retrouvent dans les marnes intercalées; ces dernières contiennent en outre des lymnées qui rappellent les formes

indéterminables de tiges et de feuilles. C'est à feu Henri Rebol (de Pézenas), correspondant de l'Institut, qu'on doit la première constatation de ce gîte ossifère, et à feu le professeur Jules de Christol les premières déterminations. On y observe par places des calcaires lacustres très-blancs, très-compactes, ne formant pas de couches continues, mais visiblement inclus dans les assises fluvio-volcaniques. Cette dernière qualification, que nous appliquons à ce dépôt, indique son origine: dépôt essentiellement de transport, formé par voie mécanique, interrompu à divers intervalles par des périodes de calme favorables à la précipitation de marnes ou de calcaires, et attestant, par la nature de ses matériaux, l'existence de phénomènes volcaniques accomplis antérieurement à sa formation.

Ces phénomènes, qui ont dû précéder le dépôt du Riège, sont-ils de la même époque que ceux observés à Agde le matin? Un simple fait d'observation suffit pour donner à cette question une réponse négative. Nous avons constaté à Agde la superposition du tuffa, du basalte et des scories sur un cailloutis siliceux incohérent; or le même cailloutis, dont l'uniformité des caractères à la faible distance qui sépare les deux localités ne permet pas de méconnaître l'identité, recouvre ici les sédiments détritiques en question. Ce fait de superposition s'observe très-nettement sur un certain nombre de points, et tout particulièrement au fond d'un petit affluent du Riège, qui coule au nord de la propriété dite Payrat.

Nous avons donc une série de trois termes parfaitement distincts, en recouvrement l'un sur l'autre: l'inférieur, les sédiments fluvio-volcaniques du Riège; l'intermédiaire, le cailloutis siliceux; le supérieur, les produits volcaniques du mont Saint-Loup à Agde. Les deux termes extrêmes ne sauraient évidemment être du même âge. Où donc trouver, en dehors d'Agde, la source des matériaux du Riège? La Société ne s'étant proposé d'autre but que la constatation des divers faits que pouvait lui offrir la localité circonscrite qu'elle examinait, nous ajournerons à d'autres publications la discussion du problème, nous contentant d'affirmer, par anticipation, que la provenance devra s'en trouver dans quelques-unes des éruptions basaltiques riches en péridot, analogues par leur nature et probablement par leur date à celle de Montferrier.

Confiné, dans l'état actuel des choses, sur les bords du Saint-Martial, où

une grande dénudation, le dépouillant de sa couverture de cailloutis, l'a mis à découvert, le dépôt ossifère du Riège se montre sur toute son étendue en contre-bas d'abrupts assez prononcés, formés par des marnes jaunes que leur caractère minéralogique et les nombreuses huîtres qu'elles contiennent donnent à reconnaître pour notre calcaire moellon. Au pied de ces abrupts, couronnés sur la plus grande partie de la surface géographique étudiée, par le cailloutis désagrégé, les sédiments fluvio-volcaniques se relèvent sous des inclinaisons très-prononcées, mais si irrégulières, qu'on est amené à n'y pas voir l'effet de dislocations ; comme pour la pépérine d'Agde, au sud du sémaphore, le simple résultat du mode dont les courants tumultueux les ont entraînés et déposés dans les dépressions de la mollasse.

Toutefois, le sous-sol immédiat de cette formation n'est pas constitué par la mollasse proprement dite, ou la marne jaune, qui se développe absolument pure et sans élément de transport sur une si grande étendue de notre département ; ce qui forme la base immédiate du dépôt fluvio-volcanique à *Elephas meridionalis*, c'est, comme on peut le constater en face même de Payrat, dans le ruisseau des Aiguals, sur la berge gauche, une mollasse caillouteuse que nous avons appelée *mollasse à dragées*, à cause des cailloux de quartz blancs et translucides dont elle est en quelque sorte pétrie. Ces cailloux, de volume variable, remarquables par l'exclusion d'aucune autre variété de silice, toujours plus ou moins fortement agrégés, forment sur certains points des bancs très-épais où le ciment mollassique, reconnaissable, partout où il se trouve, à sa texture de falun durci, disparaît presque entièrement. Sur d'autres points, ils se présentent en assises irrégulières alternant avec des marnes jaunes qui rappellent la mollasse, ou perdues au milieu de sables que l'on prendrait pour les sables supérieurs de Montpellier. C'est sous cette forme qu'ils se montrent en particulier vis-à-vis de Payrat, où ils constituent sur la rive droite du Riège la butte dite de Saint-Palais, parce qu'elle domine du côté Sud la campagne appelée de ce nom, sise sur la grand'route.

Des observations que nous avons eu l'occasion de faire dans des régions voisines, mais en dehors du champ actuel d'étude de la Société, nous portent à penser que cette mollasse caillouteuse forme un dépôt particulier postérieur à la mollasse proprement dite, le plus souvent accumulée dans des dépres-

sions. La formation à *Elephas* du Riège aurait succédé à ce premier dépôt détritique, mais agrégé, et aurait été suivie du grand phénomène de transport qui aurait laissé sur toutes nos hauteurs un manteau épais de cailloux pour la plupart siliceux, mais différant par leur état d'incohérence, leur volume et leurs éléments variables, des matériaux constitutifs de la molasse à dragées. Nous sommes donc amené à constater dans cette région une longue succession de phénomènes détritiques qui auraient transporté des matériaux à peu près exclusivement siliceux et qui auraient commencé vers la fin de l'époque tertiaire, pour se continuer sans interruption et s'épanouir en quelque sorte vers les derniers temps de l'époque quaternaire.

Colline de Saint-Siméon, près Pézenas. (Pl. XII, fig. 1.)

En retournant à Pézenas, la Société a étudié la composition de la butte Saint-Siméon, qui fait partie du massif de collines dont le revers méridional lui avait offert les formations du Riège et de Saint-Palais.

La route de Pézenas à Roujan est frayée sur les marnes jaunes et bleues, qui se reconnaissent facilement sur le bord gauche de la route, la rivière de la Peyne ayant du côté droit dénudé la berge et recouvert le sous-sol de ses alluvions ; à la distance d'environ 2 kilomètres de la ville, ces marnes présentent un talus rapide, érodé à l'Est et au Nord, et constituant sous forme de butte le bord escarpé d'un plateau d'environ 100 mètres de hauteur, qui se prolonge jusqu'à Saint-Palais : c'est la butte de Saint-Siméon, qu'un dessin spécial représente ; elle forme l'un de ces témoins si fréquents dans les pays d'érosion, rappelant l'ancien niveau du sol avant le travail mille fois séculaire de nos cours d'eau. La colline de Marennes, que la Société avait visitée la veille, correspond à l'Est à celle de Saint-Siméon, et les plateaux de Tourbes au Sud, ceux d'Aumes à l'Est, dessinent à l'œil d'une manière très-nette l'orographie du pays antérieurement à l'isolement du plateau de Saint-Palais. Les moindres détails de configuration physique sont sur notre globe sous la dépendance étroite de la nature minérale du sol ; la physionomie raide et abrupte du sommet de la butte, son talus rapide, indiquaient d'avance qu'on avait affaire à une partie marneuse revêtue de roches plus résistantes. C'est ce que la Société a constaté en gravissant le monticule par sa pente la plus rapide.

Au-dessus de marnes bleues et jaunâtres plus ou moins durcies, elle a observé la présence d'assises rocheuses qui ont provoqué son intérêt d'une manière toute particulière, elles lui révélaient un fait tout nouveau pour elle: l'existence au-dessus de nos marnes jaunes d'un dépôt calcaire qui, par les hélix et les lymnées qu'il renferme, révèle un mode de formation exclusivement lacustre; ce calcaire supporte immédiatement notre *mollasse à dragées*, au milieu des couches de laquelle il paraît imbriqué.

Ce fait, déjà très-important comme indice d'un nouvel horizon géologique, ne constitue pas un simple cas nouveau d'alternance de dépôts d'origine différente; il établit par cette liaison étroite et cette fusion entre les deux sortes de sédiments, le cas plus rare du mélange de deux milieux différents, l'un fluvial ou lacustre, l'autre marin, dans lequel mélange se serait formée une roche participant à la fois des deux natures. Reboul donnait, avec juste raison, le nom de *mixte* à ce calcaire, un même échantillon lui ayant fourni tout ensemble des pectens et des planorbes; les hélix y sont particulièrement nombreux: le phénomène de transport, attesté par les cailloux quartzeux, se serait donc accompagné d'alluvions fluviales, et les animaux terrestres ou d'eau douce, comme aussi les matériaux essentiellement sédimentaires, tels que le calcaire et la marne, se seraient déposés simultanément avec les sédiments marins de la mollasse à dragées.

Des exemples nombreux de ce nouvel horizon lacustre intercalé dans notre mollasse se retrouvent en beaucoup de localités de cette région; il paraît y constituer un dépôt d'une certaine étendue, embrassant la surface géographique où se trouvent Fontès, Magalas, Saint-Geniès-le-Bas, Aspiran, Paulhan, Caux, Nisas, Adissan. La formation lacustre que notre Carte signale à Frontignan, se rattache probablement à ce même niveau, auquel peut encore être rapporté celui des sédiments qui à Montouliers, non loin de Bize, ont fourni des débris si nombreux et si bien conservés de dinotherium.

Journée du vendredi 16 octobre.

Course à Roujan (*trias, terrain jurassique*). Cabrières (*terrain paléozoïque*).
(Pl. VIII, fig. 3.)

La Société s'est fait transporter en voiture jusqu'au nord de Roujan, au point où sont exploitées les plâtrières dites plâtrières de Roujan. La route plate, sans inégalité de terrain, longe, non loin de Pézenas, les collines mollassiques, parcourues la veille, de Saint-Siméon et de Saint-Palais, puis se déroule uniformément sur la surface même du cailloutis siliceux ; au-dessous se retrouvent les marnes jaunes marines concrétées sous forme de calcaire moellon, et sur certains points remplies de cailloux siliceux, dont la forme généralement ellipsoïdale, la blancheur et une remarquable translucidité rappelant des dragées, justifient notre dénomination de *mollasse à dragées*. Cette dernière, par une coïncidence mise hors de doute, ne se trouve guère bien développée que dans la région où le cailloutis siliceux incohérent atteint lui-même son principal développement. La mollasse, si étendue aux environs de Montpellier, n'en porte pas trace.

La rampe de Roujan, que l'uniformité générale du niveau rend plus sensible, est due à la présence de bancs durs dans cette mollasse à dragées qui supporte le village. Les marnes bleues inférieures, par leur facilité plus grande à se laisser éroder par les eaux, ont aidé à ce relief ; elles forment le sol de la route de Vailhan qui passe, sans autre changement topographique, sur le toit des plâtrières ; les marnes bleues expirent tout auprès et les recouvrent, et sans les fosses d'extraction on n'eût pas reconnu le contact des deux formations ; quelques roches dolomitiques surmontent les couches de plâtre ; plus au Nord, le relief s'accroît sous l'influence des relèvements du massif *paléozoïque*, dont les différents éléments allaient sous peu se laisser reconnaître l'un après l'autre, grâce à la route qui les franchit dans une direction transversale.

Le mode d'être du plâtre, sa qualité, les couches qui le recouvrent, ont un moment arrêté l'attention de la Société ; les conditions de gisement se retrouvent ici les mêmes que dans toutes les autres régions triasiques du midi de la France : grands amas plus ou moins épais, consistant en couches

infiniment minces de marnes interstratifiées entre les parties gypseuses, qui elles-mêmes ne présentent aucune régularité ni continuité de stratification ; filets gypseux flexueux, roses, verts ou blancs ; portions plus compactes d'une exploitation productive, mais toujours décomposables en éléments fibreux, limitation plus ou moins irrégulière de la partie renflée, prolongements plus ou moins atténués des extrémités, grands pans verticaux dans la partie renflée exploitée, parties plus ébouleuses au toit et sur le prolongement des carrières : tout indique le mode uniforme de dépôt d'une substance déposée en nids, poches ou lentilles, grossièrement et sans ordre, au milieu d'argiles terreuses qui n'ont pas permis au dépôt de se séparer entièrement de la matière ambiante.

Les rochers dolomitiques sus-jacents n'ont pas fourni des caractères précis d'âge bien accusé. Pourtant, l'économie géologique de la contrée, établie déjà depuis longtemps et confirmée par des observations faites la veille par M. Dieulafait, porte à croire que l'on a affaire aux premiers dépôts jurassiques qui offrent plus à l'Est des témoins irrécusables de l'horizon de l'*Avicula contorta*.

Les *marnes irisées* qui enveloppent le gypse s'étalent dans la plaine, tout en se relevant vers le Nord, et renferment dans leur épaisseur quelques couches de calcaire solide qui déterminent une première saillie dirigée N.E. S.O.

Le *grès bigarré*, représenté par un conglomérat à éléments siliceux très-grossiers, d'une couleur rouge intense, affleure au Nord, formant une ride moins nette, et en contre-bas de la première ; il s'adosse sur les schistes d'abord rougeâtres, puis bruns et ardoisiers, que leurs caractères pétrographiques et les débris de végétaux qu'ils contiennent font reconnaître sans aucun doute pour les schistes impressionnés permien. Quelques détails de contact entre ces diverses formations, une sorte de mur formé par le grès bigarré en contre-bas dans la rivière, donnent à penser qu'il y a eu en ce point dislocation et mouvement moins contestable plus loin vers l'Ouest, mais dont la réalité ne sera plus douteuse en amont à l'inspection du conglomérat permien inférieur. Ces accidents de dénivellation sont nettement mis en saillie dans un Mémoire inédit de M. Graff, ancien ingénieur des mines de Neffiez et dans la Carte qui l'accompagne.

Les schistes ardoisiers, peu relevés, se redressent brusquement contre un

banc épais et compacte de conglomérat, à gros éléments parfaitement cimentés, la plupart calcaires, d'autres plus rares, siliceux, que MM. Graff et Fournet ont reconnus partout comme formant la base du permien, et qu'ils ont élevés à la hauteur d'un véritable et très-secourable *horizon géognostique* dans la contrée ; le grès bigarré, ou cordon siliceux, rencontré auparavant au-dessus du permien schisteux, leur a offert un second niveau non moins constant que le premier, non moins favorable à l'orientation géologique.

Les berges de la rivière sont constituées en ce point par la formation permienne qui y atteint une hauteur considérable ; elles se resserrent à partir de là et changent de nature ; une roche de structure confuse et de couleur verdâtre affleure sous le conglomérat ; à l'absence complète de stratification, aux fissures rectilignes et dirigées en divers sens, à la pâte cristalline granitoïde en certains points, avec cristaux de feldspath plus distincts, noyés au milieu d'une masse verdâtre, on reconnaît une roche éruptive, peu susceptible d'être nettement dénommée, mais qui rentre évidemment dans la catégorie des roches porphyriques.

L'apposition de ce permien redressé sur la nouvelle roche a provoqué de la part de la Société la question de savoir si le porphyre avait agi comme masse soulevante, et s'il devait être considéré comme n'ayant apparu qu'après la formation permienne et triasique. M. Graff, dans son Mémoire inédit, lui attribue, pour date d'apparition, l'intervalle du temps écoulé entre le silurien et le devonien. Quelques considérations d'associations stratigraphiques ont fait, dans l'esprit d'autres observateurs, reculer leur âge à une époque plus ancienne et tendraient à les établir comme contemporains des dépôts siluriens, entre lesquels ils seraient inclus ; quoi qu'il en soit, ils ont précédé le dépôt du terrain houiller, dont ils paraissent avoir contribué à former les éléments, ainsi qu'on peut l'observer au nord de Fouzillon, dans le dépôt houiller qui recouvre le revers sud du plateau de Sauveplane. Les dislocations du lit de la Peyne, si visibles à l'œil, pourraient être la conséquence d'un mouvement de beaucoup postérieur à l'épanchement ; des traces de ce mouvement se retrouvent à quelques pas plus loin, au niveau du moulin de Faytis, où la Société a pu constater un dérangement local et des pendaisons de couches en tous sens.

L'influence de la dénivellation s'éteint bientôt, et en amont, vers le détour

que fait la rivière vers l'Est, les couches de schistes ardoisiers permien, toujours plongeant au Sud, se succèdent avec une régularité parfaite dans le lit même de la rivière, et par conséquent à un niveau topographique bien inférieur à celui qu'elles affectaient en aval. Au-dessous d'elles apparaissent quelques représentants des conglomérats calcaires qui recouvrent le terrain houiller : des grès très-caractérisés, avec traces de calamites formant le toit de la couche de combustible, décèlent, par leur nature, par leurs grains de quartz et leurs paillettes de mica, le nouvel horizon qui forme un affleurement en écharpe continue et régulière dans l'espace compris entre Neffiez et le confluent du Ribourel et de la Payne ; ce point hydrographique, remarquable dans la géographie de la contrée, l'est bien davantage encore au point de vue géologique.

A gauche, à l'Ouest, le terrain houiller, bien distinct en ce point, semble disparaître pour céder la place à un développement considérable de marnes noires schisteuses, dont la couleur analogue à celle du terrain houiller provoque une confusion momentanée ; c'est l'horizon des schistes siluriens à *Cardiola interrupta* et à *graptolites*, très-noirs eux-mêmes, qui apparaît ici, venant de l'Ouest, au contact du massif porphyrique, et se perd au contact du terrain houiller.

Les couches noires, fortement redressées, butent en amont contre de vraies murailles de strates quartzieuses, tapissées du *Lichen geographicus*, revêtement habituel de la silice, lesquelles se prolongent à l'Est et, découpées en arêtes, forment un relief topographique connu dans la contrée sous le nom de grand et de petit Glauzy.

La nature grés-quartzieuse des roches qui les constituent leur donne une grande résistance ; leur intercalation au milieu de couches plus facilement délitables imprime à ce massif un cachet tout particulier, qui s'impose de lui-même à l'observation du géologue : l'intérêt s'accroît quand on vient à constater que ces couches quartzieuses renferment un grand nombre de débris d'Encrines, et qu'elles supportent un ensemble de strates calcaires et schisteuses d'aspect jaunâtre, toutes pétries de restes organiques. Ce sont, d'après les notes de M. de Verneuil, transcrites dans le mémoire inédit de M. Graff, des *orthis*, des *leptaena*, des encrines, des polypiers indéterminés : *Hemi-*

cosmites pyriformis, *Caryocistites*, *Favosites fibrosa*, *Chætetes torrubiæ*,
Chætetes trigeri.

Quelques membres, parmi lesquels M. le pasteur Frossard (de Bigorre), ont cru y reconnaître le niveau du devonien ; toutefois la présence signalée par M. de Grasset, au-dessus de ces couches, de l'horizon des schistes noirs à cardioles, permet d'affirmer que c'est bien à un niveau silurien que l'on a affaire, niveau intermédiaire entre les trilobites et les cardioles, dont les représentants organiques, il est vrai peu déterminables, avaient donné à penser à feu Soëmann, de si regrettable mémoire, que la faune dont ils font partie était plus ancienne qu'aucune autre de France.

L'itinéraire tracé, dirigeant toujours en amont la Société, lui permettait, grâce à la pendaison des couches toujours sud, de retrouver les strates inférieures au système du Glauzy : c'étaient des schistes verts ou violacés recouvrant immédiatement le porphyre ; des parties de cette dernière roche, moins altérées que les autres et lavées par les eaux, ont permis de reconnaître la structure porphyrique plus développée que près de Faytis ; puis viennent les schistes à trilobites, dont les relations un peu indécises sur certains points semblent se dessiner en grand, comme supportant le porphyre qui supporterait à son tour les couches du Glauzy ; un fait incontestable, c'est que plus à l'Est, vers la Peyne, les schistes à *asaphes* affectent visiblement le plongement sud général, en conséquence duquel ils paraissent naturellement former la base de tout ce qui s'est présenté depuis le Glauzy ; ils ont présenté des gâteaux à *asaphes* au sud de la campagne nommée Barthez.

En ce même point, on constate l'existence d'un îlot calcaire parfaitement circonscrit, contrastant par sa pétrographie avec les roches entièrement observées : calcaire blanc compacte, marmoréen, traversé de filets de spath, qu'un grand nombre de *Productus* très-bien conservés ne tardent pas à placer à leur véritable niveau géologique, le calcaire à *productus* ou *carbonifère*.

Des roches de même nature et de même aspect, formant des massifs ou plutôt des buttes de même configuration, s'alignent de distance en distance de l'Est à l'Ouest, et se profilent sous les yeux de l'observateur, dessinant, au milieu de la région uniformément schisteuse, une ligne brisée, bizarre par

la disposition de ses parties ; les *productus* qu'elles renferment attestent une unité d'horizon dont on a peine à s'expliquer les conditions de limitation en largeur et de fragmentation en direction.

Il est probable que ces buttes représentent autant de noyaux calcaires dégagés aujourd'hui de la gangue schisteuse qui les enveloppait autrefois ; M. Graff remarque très-bien que les couches inférieures de ces calcaires à *productus* sont d'une nature schisteuse, qui les fait quelquefois confondre avec les schistes à asaphes, leur sous-sol ; la configuration des buttes, leur forme grossièrement arrondie qui pourrait les faire comparer à des bulbes d'oignon, leur surface comme lavée et quelquefois polie, leurs parties les plus extérieures un peu schisteuses, leur enveloppement partiel dans de vrais schistes, confirment cette manière de voir. Primitivement disposées en séries régulières et comme en chapelets, elles auraient conservé cette régularité après la dénudation ; en outre, le développement sur certains points de parties schisteuses, essentiellement carbonifères, témoignerait de l'ancienne existence de la matière enveloppante aujourd'hui disparue.

M. Graff cite, d'après M. de Verneuil, les fossiles suivants dans le calcaire carbonifère :

Productus giganteus, edelbergensis, latissimus, cora, semireticulatus ; Spirifer integrigosta, lineatus ; Evomphalus acutus ; Caninia gigantesque voisine de la Caninia gigantea ; Lithostrotion floriforme ; Lithodendron fasciculatum ; Bellerophon hiulcus ; baguettes de Cidaris ; tiges et articulations de plusieurs espèces d'Encrines.

Les buttes calcaires disséminées sur les schistes sont donc en quelque sorte sans racines, et témoignent seulement des actions dénudatrices qui se sont exercées au détriment de la formation dont elles sont les seuls restes. Cet isolement et leur couleur blanche contrastant avec les teintes brunes des roches ambiantes, leur communique une importance topographique et pittoresque qui ajoute à l'intérêt et à l'originalité de ces régions ; l'une d'elles, plus allongée que les autres, ou plutôt résultant d'un certain nombre d'îlots plus circonscrits, porte le vieux château des Sept-Vailhan, agrégation de maisons perdues au nord de ces rochers calcaires qui se dressent et dominent la combe schisteuse creusée à leur pied par la rivière.

C'est dans cette combe que la Société est descendue, après avoir, de la

hauteur de Barthez, contemplé la succession si régulière des couches qui bornent au Sud l'horizon : croupes permienes ne présentant aucune aspérité rocheuse, affleurement houiller, schistes à cardioles, système redressé du Glauzy, porphyre, schistes à asaphes ; cette même série se poursuit à l'Est, et c'est sur un nouveau témoin du calcaire carbonifère que la Société a trouvé dans la vigne de M. de Bronac, ingénieur des mines de Neffiez, un rafraichissement singulièrement apprécié à cause de la bonne grâce de l'hôte et de l'opportunité de l'invitation.

Un nouvel élément stratigraphique se présentait à quelque distance au nord du lieu de la halte ; c'est un massif calcaire dont les caractères et les fossiles ne rappellent aucun de ceux reconnus jusqu'alors dans la course : calcaire jaunâtre, dolomitique, en assises généralement minces, formant un vaste plateau ; il contient dans son épaisseur des couches quartzieuses qui offrent la particularité d'être criblées de cavités du fond desquelles s'élancent, en forme de colonnettes, des tiges d'Encrines entièrement siliceuses ; ces couches, plus résistantes par leur nature, saillent sur certains points du reste de la masse sous forme de crête rectiligne que l'on prendrait de loin pour un filon d'âge postérieur aux couches enveloppantes ; cet effet se produit surtout sur le revers nord en vue de Cabrières.

Les débris organiques soumis par M. Graff à l'examen de M. de Verneuil sont, d'après la liste incluse dans le Mémoire inédit du premier :

Terebratula princeps ou *subwilsoni*, *reticularis*, *plicatella* ; *Leptæna imbrex* ; *Orthis crenistria*, *striatula* ; *Pentamerus galeatus* ; *Evomphalus* ; *Favosites gothlandica*, *Goldfussi* ; *Chætetes trigeri* ; Polypiers indéterminés.

Ce plateau, dit le Falgairas, a son bord découpé au N.E. du Vaillhan, en ligne courbe, formant un demi-cirque, et donne lieu, grâce à l'assise de schistes marneux noirs à cardioles qui le supporte, à un niveau d'eau très-remarquable dans le pays ; il s'étend à l'Est jusques au sud de Cabrières et donne, par l'uniformité de ses roches et de son relief, un caractère de monotonie à la route de Neffiez à Clermont, qui a engagé la Société à faire une partie de ce trajet en voiture.

Avant de se diriger vers le Nord, elle a constaté deux faits intéressants. C'est d'abord la trace d'une dislocation considérable accusée par le redres-

sement presque vertical des schistes permienens contre le calcaire du Falgairas, au lieu dit la Resclouse ; c'est ensuite l'existence sur le même point d'un dépôt très-épais de tuf qui n'a pas offert de débris végétaux, mais dont la formation rentre dans les conditions ordinaires de cette catégorie des phénomènes quaternaires dont le village de Castelnaud, près Montpellier, a offert dès le second jour un si remarquable représentant.

La Société n'a quitté les voitures qu'après avoir atteint le bord septentrional du plateau, au moment où un monde tout nouveau allait provoquer son attention ; elle abordait la combe d'Isarne, l'un des points les plus curieux de la région par le nombre des termes de la série paléozoïque qu'elle renferme, et aussi par un souvenir du plus haut intérêt pour l'histoire de la science. La multiplicité des horizons, l'absence de netteté dans leurs contours et dans leurs relations réciproques, des apparences trompeuses dans les contacts et dans les rapports stratigraphiques, ont donné lieu, de la part de MM. Graff et Fournet, à une infraction temporaire aux lois d'une saine paléontologie, dont ils n'ont pas tardé à revenir, à la lumière des documents puisés par M. de Verneuil dans une connaissance plus complète des éléments de la faune paléozoïque.

Sous les yeux de l'observateur placé au commencement du premier des nombreux lacets de la route qui descend vers Cabrières, se dresse au Nord un pic élancé, au talus rapide sur les trois quarts de sa hauteur, au sommet escarpé, qui forme le trait le plus saillant de l'orographie du pays : c'est le pic de Bissous ou de Cabrières, du nom de la petite localité qu'il domine ; il atteint une hauteur de 482 mètres, altitude faible en elle-même, mais rehaussée par le niveau généralement déprimé de la région environnante et aussi par la forme élancée de son sommet, qui se détache en sorte de bonnet phrygien du reste de sa masse. Notre collègue, M. Martins, a retrouvé dans son aspect quelques traits du rocher de Gibraltar (*Pl. XI, fig. 2*).

Entre le pic et le lieu actuel de l'observation s'étend un espace de quatre à cinq kilomètres, occupé par un mamelonné formé de talus et de crêtes, indices de la double nature schisteuse et calcaire des roches qui le constituent. Les crêtes s'alignent vers l'Ouest en trois rangées parallèles, séparées par des vallées ou bas-fonds creusés dans le sous-sol schisteux : l'une, la plus septentrionale et la plus élevée, où saillent les pics de Bissous et de Bissounet ;

les deux autres plus rapprochées à gauche de l'observateur ; celle que suit la route se trouve au premier détour rompue en deux portions légèrement rejetées l'une par rapport à l'autre.

C'est à cette rupture et à ce rejet qu'est due la combe d'Isarne, et, dans cette combe, l'apparition au jour des couches recouvertes, et aussi l'inclinaison rapide vers le Sud des roches solides sous l'influence du glissement plus ou moins considérable des couches schisteuses sous-jacentes.

Au-dessous des calcaires du Falgairas que nous avons déjà décrits, se présente un talus rapide, formé par les marnes noires et schisteuses à cardioles déjà si souvent signalées : c'est l'horizon du silurien supérieur, dont M. de Verneuil a déterminé les fossiles suivants :

Siphocrinites elegans; *Cardiola interrupta*; *Terebratula sapho*; *Graptolites priodon*; *Orthoceratites elegans*.

Quelques-uns de nos confrères ont recueilli sur les lieux mêmes des Cardioles et de nombreux Graptolites.

Le contact immédiat de ces schistes avec les calcaires recouvrants ne permet pas de récuser en doute leur succession sans intermédiaire dans la série des dépôts, du moins dans notre région, qui en offre plus d'un exemple.

En descendant la combe et contre le talus, se trouvent des calcaires en rognons ellipsoïdaux, entremêlés de schistes dont la richesse en Encrines et en *Productus* établit l'âge précis, mais dont les conditions stratigraphiques sont telles qu'elles ont pu suggérer et suggèreraient encore, sans le veto de la paléontologie, la notion d'une superposition normale des schistes à cardioles sur le calcaire carbonifère. Ce dernier s'accompagne vers l'Est de couches gréseuses où se rencontrent de nombreuses empreintes de plantes, parmi lesquelles M. Graff signale les *Knorria imbricata*, *Stigmaria ficoides*, *Lepidodendron dichotomum*, précurseurs sinon représentants de la flore houillère. Ajoutons encore qu'au détour même de la route, à l'extrémité du premier lacet, dans un rapport d'apposition presque immédiate au calcaire du Falgairas et aux schistes à cardioles, se rencontrent des dalles dressées de calcaire brun rougeâtre, contenant des débris de *Goniatites*, dont un certain nombre se trouvent isolées sur le sol : *Goniatites amblylobus*, *retrorsus*. L'examen des fossiles a dissipé les obscurités de la stratigraphie ; la simple constatation de ces horizons divers, leur coexistence sur une surface aussi

circonscrite, le peu d'épaisseur des couches qui les représentent, justifient amplement les défaillances momentanées des premiers observateurs, et le rétablissement de l'ordre, au milieu d'éléments en apparence si confus, peut être considéré comme l'un des titres les plus éclatants dont puissent se prévaloir les doctrines paléontologiques.

Les calcaires devoniens, accompagnés vers l'Est de couches de *lydienne*, se présentent à droite de la route sur une plus grande surface. Leurs strates minces, relevées vers le Nord, caractérisées par la couleur spéciale des marbres griottes de Caunes, des Pyrénées et de la Saxe, s'appuient sur des calcaires qui constituent la plus méridionale des trois crêtes que nous avons signalées, et que nous avons décrite comme rompue en deux portions déjetées, toutes deux d'une composition identique.

Ces derniers calcaires présentent une particularité pétrographique remarquable. Généralement dolomitiques, ils offrent dans leur épaisseur des portions circonscrites demeurées à l'état calcaire, lesquelles, par leur blancheur et leur saillie, contrastent d'une façon bizarre avec le fond uniformément jaunâtre du reste de la masse. Ces parties de roches normales semblent, de loin, former un dépôt indépendant et plus récent que les autres. Examinées de près, on les voit se fondre peu à peu dans les couches dolomitiques. La plus considérable et la plus saillante de ces masses calcaires ainsi circonscrites forme la gibbosité nommée montagne de Bataille, sur la moitié déjetée au Nord et à l'Ouest ; d'autres se profilent en séries rectilignes qui s'aperçoivent de loin sur les principaux massifs du même calcaire dolomitique (Ballerades, la Rossignole, la Serre) ; les calcaires normaux sont la plupart rubanés de zones de quartz lydien, dont la continuité dans les couches dolomitiques établit à nouveau cette liaison et cette identité.

A ces caractères déduits de la pétrographie s'ajoutent ceux que la paléontologie fournit, et qui concourent avec les premiers, malgré quelques éléments communs, à faire de la formation qui les renferme un horizon nouveau et autonome ; c'est d'abord, dans les portions calcaréo-siliceuses, la présence d'un grand nombre de queues, de têtes, de thorax, de trilobites des genres *Bronteus*, *Harpes*, *Phacops*, parmi lesquels M. de Verneuil a reconnu le *Phacops latifrons*, le *Bronteus palifer* ; c'est ensuite une extrême abondance de polypiers qui a valu à cette formation, de la part de

MM. Graff et Fournet, le nom de calcaire à polypiers : ce sont, parmi les plus communs : *Cyathophyllum helianthoïdes*; *Haliolites interstincta*, *cystiphyllum*; *Stromatopora concentrica*; *Chætetes trigeri*. A ces fossiles se joignent des *Brachiopodes* dont la Société a recueilli quelques-uns sur sa route : *Terebratula princeps* ou *subwilsoni*, *reticularis* ; *Orthis crenistria*; un spirifer voisin du *Spirifer speciosus* ; un autre qui rappelle le *Spirifer Bouchardi*. Parmi les débris recueillis par un cultivateur de la localité, nous avons cru reconnaître une *calcéole*, mais unique et de provenance peu sûre; toutefois, il n'est pas douteux qu'elle a été ramassée dans l'un des massifs de la région. On y trouve encore un capulus voisin du *Capulus priscus*, la *Posidonomya Becheri*, le *Tentaculites ornatus*.

La fracture qui forme la combe d'Isarne a mis à jour les schistes inférieurs, où se sont retrouvés sous les yeux mêmes de la Société des gâteaux à asaphes.

Les mêmes schistes forment le sol et les berges de la route jusques à Cabrières, où la Société s'est arrêtée pour passer la nuit.

Si nous récapitulons les divers horizons reconnus dans la journée par la Société, nous énumérerons dans l'ordre ascendant :

Schistes à asaphes.

Porphyres.

Quartzites et grès de Glauzy.

Schistes à *Cardioli interrupta*.

Calcaire dolomitique du Falgairas avec quartz à Encrines.

Calcaire à Polypiers.

Lydiennes, schistes noirs et strates rouges avec Goniatices.

Calcaire à *productus*.

Terrain houiller.

Terrain permien.

Les fossiles énumérés suffisent à assigner au plus grand nombre de ces dépôts leur place respective dans le tableau général des terrains ; le niveau du calcaire à polypiers, que nous rapportons au terrain devonien, malgré quelques fossiles communs avec le calcaire du Falgairas, que certaines considérations stratigraphiques nous engagent à laisser dans le silurien, est l'unique objet de divergence entre le classement préétabli par M. Graff et le nôtre. L'opinion de cet ingénieur, tendant à rapporter au silurien toutes

les couches ci-dessus énumérées, jusqu'aux schistes noirs et strates rouges, pour lui comme pour nous, essentiellement devoniens, repose sur une interprétation particulière des faits de stratigraphie qu'en son absence nous n'avons pas cru devoir évoquer au sein de la Session actuelle ; cette discussion sera le sujet d'une publication qui suivra l'impression de son Mémoire.

Journées du samedi et du dimanche, 17 et 18 octobre.

Course au pic de Cabrières, à Mourèze, à Clermont, à la tuilière de Lodève.

(Pl. VIII, fig. 3, et Pl. IX, fig. 10.)

Avant de raconter l'ascension au pic de Cabrières, nous croyons devoir renouveler au nom de tous nos confrères l'expression d'une juste reconnaissance pour l'hospitalité si spontanée et si cordiale des habitants de Cabrières : la table de M. Lenoir servie avec une recherche tout intentionnelle, son humble café transformé en *Hôtel des Géologues*, des lits mis libéralement à la disposition des membres de la Société dans chacune des maisons de ce village, sont autant de traits de cette réception exceptionnelle, qui ne s'effaceront plus du souvenir de ceux qui en ont été les objets ; Cabrières a été baptisé ce jour-là, par tous, la vraie capitale des régions paléozoïques de France. Nous rappellerons encore les divers toasts portés pendant le repas : à M. Graff, ex-directeur des mines de Neffiez, qui, avec M. Fournet (de Lyon) et le concours ultérieur de M. de Verneuil, a si bien déchiffré les terrains si compliqués et si intéressants de cette contrée ; à M. le professeur Ansted, secrétaire de la Société géologique de Londres, qui a bien voulu venir fraterniser avec ses collègues de France dans une région si éloignée de la sienne ; double toast porté par nous : à MM. les membres de la Société géologique, par M. Alfred Westphal, qui s'applaudit du bon accueil fait par la Société à celles des personnes qui l'ont accompagnée sans faire partie du nombre de ses membres ; à la fraternité scientifique, par M. le pasteur Frossard, qui constate avec bonheur la réunion fraternelle, pour la recherche du même but scientifique, de tant d'hommes divers de pays et de religion ; enfin, aux habitants de Cabrières, si hospitaliers, par M. le vice-président Coquand.

Le pic de Cabrières, qui s'était montré dès la veille à la Société sous un jour si pittoresque, n'est pas constitué en son entier par la même roche ; les

les trois quarts de son épaisseur sont formés de schistes à trilobites ; la partie supérieure présente un système tout différent de couches qui ne contribue pas peu à accentuer la saillie du sommet. Ce sont d'abord des calcaires schisteux rubanés de quartz lydien, puis ce même quartz sans calcaire, supportant des assises minces de calcaire rouge à goniatites ; le tout est surmonté d'un massif de calcaire blanchâtre, marmoréen, présentant une grande quantité d'empreintes d'encrines, et en certains endroits de nombreux trilobites de petite taille ; ce calcaire tranche par sa couleur et ses couches massives avec les strates devoniennes qu'il couronne et revêt vers le Nord sur une partie de leur surface.

Cette succession d'assises, d'observation si facile, présente donc un cas de superposition du devonien sur le silurien moyen, sans l'intermédiaire du double horizon des grès de Glauzy et des schistes à cardioles.

Une lacune non moins importante s'observe dans cette même coupe : l'absence du calcaire à encrines siliceuses qui, partout où il se présente dans la région, recouvre immédiatement les schistes à cardioles (plateaux de Sauvplane, du Falgairas, mont Conil) ; de son côté, l'horizon des goniatites présente ici les divers éléments qui le constituent partout dans les environs de Cabrières : la mer devonienne paraît donc avoir déposé dans toute son étendue des sédiments similaires ; de plus, elle semble avoir respecté la série des grès de Glauzy, des schistes à cardioles et des calcaires à encrines siliceuses ; en effet, nulle part dans la région ces derniers termes de la série silurienne ne sont recouverts par un dépôt ultérieur et ne présentent trace de dénudation.

La Société a pu jusqu'à un certain point constater de loin ces différents faits, grâce au magnifique panorama qui se déroulait à ses pieds ; son attention s'est portée successivement aux divers points de l'horizon qui lui offraient tout ensemble les terrains qu'elle avait parcourus la veille et ceux qu'elle devait traverser dans la seconde partie de la journée.

C'était au Sud, et jusqu'à la vue de la butte basaltique de Fontès, une succession de collines et de combes dirigées E.O., celles-ci creusées dans les schistes à trilobites, celles-là formées par des calcaires tous devoniens, à l'exception d'un seul, carbonifère (le Vieux-Château), lesquels se présentent sous forme de nappes respectées par l'érosion ou de buttes isolées par

elle et offrant aux regards le contraste de roches d'un blanc éclatant, se détachant sur un fond de calcaire jaunâtre et dolomitique.

Au-delà de ces reliefs, la plaine de l'Hérault et son mamelonné peu accusé formé par la mollasse, les dépôts lacustres, et le terrain jurassique qui se distingue moins par son altitude que par la couleur de ses roches et l'état dénudé de sa surface ; au plus loin les étangs et la mer, à la séparation desquels surgissent la montagne jurassique de Cette et la gibbosité volcanique du Saint-Loup d'Agde, servant d'attache au ruban sinueux du cordon littoral.

Tout au pied du pic, sur la droite, un accident topographique très-circonscrit frappe les regards : c'est un méplat de terrain limité sur trois côtés par un abrupt que l'aspérité de la roche fait reconnaître de loin pour un dépôt de tuf, formé à la longue par une source intermittente à longs intervalles, qu'on appelle dans le pays Estavel.

Le dessin (*Pl. XII, fig. 2*) donne la silhouette des principaux éléments du relief de la région ; l'observateur est supposé sur le pic, la face tournée du côté du Sud.

A l'Est, les terrains paléozoïques se prolongent et finissent par disparaître sous les formations du trias et du jurassique qui en ceignent la fraîche oasis de Villeneuve.

A l'Ouest, l'œil rencontre un plateau remarquable par sa surface sans inégalité, qui lui vaut le nom de *cause*, dénomination générale affectée dans le pays aux plateaux étendus, les plaines en montagnes, comme les appelle Buffon. C'est le cause de Rouet de Valmascle, formé par une masse uniforme de tuf et de basalte qui recouvre les schistes anciens et dérobe aux regards les dépôts secondaires qui se développent au nord du pic.

Ces dépôts affectent ici des formes d'une beauté pittoresque exceptionnelle, que l'on chercherait vainement ailleurs, et que la Société appréciera mieux quand elle s'en sera rapprochée et qu'elle aura parcouru les méandres des chemins fantastiques creusés par l'érosion ; il s'agit d'un développement unique de la dolomie qui représente ici l'*Oolite inférieure* ; ses formes bizarres attirent de loin les yeux de l'observateur et semblent reculer en sa faveur les bornes de l'horizon, que la grande muraille dolomitique limite pourtant à une assez faible distance du pic, et au-delà de laquelle on ne peut atteindre qu'après s'être rapproché de Clermont-l'Hérault.

Cette nouvelle région devant faire l'objet de la course du soir, la Société s'est contentée de cette vue générale et est redescendue à Cabrières sur la même face du pic, par un chemin différent de celui qu'elle avait suivi le matin, mais qui lui a naturellement offert, dans leur même ordre respectif de succession, les divers systèmes de strates déjà reconnus par elle : les schistes du bas de la montée lui ont permis de faire une abondante récolte de trilobites.

Quelques heures après, elle gagnait la région de Mourèze, pour se rendre à Clermont, d'où le chemin de fer devait la porter le soir même à Lodève.

Sur son passage se trouvait la fabrique de Villeneuve, si intéressante par son histoire et ses traditions locales, en même temps que par la direction éclairée et paternelle de la famille Maistre. Son représentant actuel, M. Jules Maistre, bien connu même en dehors de l'industrie par ses travaux météorologiques, a bien voulu nous servir de guide au milieu de ses innombrables ateliers. Après une trop courte visite, nous avons franchi en voiture le massif épais de calcaires magnésiens que la stratigraphie rattache au devonien ; ces calcaires reposent sur des schistes qui, à une très-petite distance, ont fourni un fragment de trilobite que M. de Verneuil croit être un *asaphus*, et des sortes de protubérances bilobées portant à leur surface des réseaux de stries qui rappellent les empreintes nommées *bilobites*, sur la vraie nature desquelles on n'est pas encore d'accord.

Nous nous trouvions alors à la limite nord des terrains paléozoïques ; ils disparaissent sous les formations secondaires, pour ne plus se montrer nulle part en France avec cette multiplicité d'horizons accumulés sur un aussi étroit espace.

Calcaires et dolomies de l'oolite inférieure (*étage bajocien* d'Orb.), lias moyen calcaire, marnes supraliasiques (*liasien* marneux et *toartien* d'Orb.), n'occupent vers la descente de Mourèze qu'une largeur de quelques mètres, tant ils y sont dressés et resserrés. Le lias moyen formant voûte, l'épaulement oolitique nord se développe, et la dolomie qui le représente affecte une épaisseur considérable qui, grâce à sa structure poreuse, a offert un merveilleux champ d'action aux agents atmosphériques : l'ouvrier n'a pas fait défaut à la matière et l'œuvre n'est pas restée en dessous de la matière et de l'ouvrier : tout ce que l'imagination peut se représenter de grandiose, de féérique,

comme châteaux ruinés dont se distinguent mal les maisons du village, tours démantelées, gigantesques monolithes, murs excavés, voûtes sombres, portiques élancés, figures grotesques, pyramides reposant sur leur pointe, s'y trouve à chaque pas réalisé. Un effet de contraste rehausse le pittoresque : la dolomie déchiquetée en aiguilles supporte des assises nettement réglées, à double courbure en forme de berceau, d'un calcaire compacte blanchâtre que ses caractères et ses fossiles rattachent à l'oxfordien supérieur et au corallien.

Le sentier que nous avons suivi se déroule au milieu de blocs colossaux de toutes les formes, le long de la paroi qui supporte les couches du *Jura blanc*; un autre spectacle non moins original devait, après une heure de marche, nous apparaître du milieu même de ce chaos: c'est l'horizon monochrome des schistes permien de la vallée du Salagon, lesquels par leur couleur rutilante et leurs formes moutonnées donnent lieu à une opposition étrange avec la couleur grise et les aspérités sauvages de la contrée où nous nous trouvions. Le dessin (*Pl. X, fig. 5*) représente ce relief permien au nord de Liausson.

Le jurassique continue à former le sol jusqu'aux portes de Clermont, où le trias, riche en dépôts de gypse, affleure dans le bas-fond où est placée la ville. Une carrière où se trouve la *Gryphea cymbium*, exploitée pour alimenter un four à chaux, indique dès l'entrée l'horizon du lias moyen; la Société s'est bornée à en constater l'existence, l'heure et le programme la dirigeant sur Lodève.

Bien des sujets différents d'étude l'attendaient aux environs de cette ville; l'îlot de transition qui supporte Lodève, le permien et ses ardoises riches en débris de végétaux qui nous ont fourni la belle empreinte de reptile (*Pl. XII, fig. 4*) nommée *Aphelosaurus lutevensis* par M. P. Gervais, le développement du trias avec ses empreintes de *Labyrinthodon* (*Pl. XII, fig. 3*), l'horizon si recherché de la cosmopolite *Avicula contorta*, enfin le jurassique avec son caractère local de dépôt tranquille et sa forme topographique de *causses* aux vastes étendues, devaient ouvrir de nouveaux champs d'observation à la Société et ajouter à ceux des jours précédents un nouvel exemple de la coexistence sur un espace infiniment resserré d'horizons géologiques très-divers.

Malheureusement une pluie torrentielle durant de longues heures l'a forcée

de renoncer à cette partie de son programme; une tentative digne d'une meilleure issue lui a permis de toucher un moment du marteau les premiers schistes ardoisiers de la tuilerie; la coupe du permien de Lodève, dressée par M. Coquand en 1855 et lue sur place par la Société, lui a épargné un travail de recherche que rendaient difficile les conditions du moment; car, la pluie redoublant, elle a dû battre en retraite et se résigner à chercher dans la cause même de son mécompte un objet d'observation, tout nouveau du reste pour un grand nombre de ses membres peu familiarisés avec les phénomènes hydrologiques du Midi. L'abondance des eaux tombées en un petit nombre d'heures, le grossissement presque instantané de la rivière, la nature et la quantité des matières entraînées, lui donnaient en quelque sorte le spectacle des scènes du même ordre qui ont dû se répéter si souvent à la surface du globe et ont produit les vastes dépôts détritiques qui entrent pour une si grande partie dans sa composition. Les agents actuels, dans leur manière la plus habituelle, se sont comme imposés à son souvenir, pour la maintenir dans la saine méthode de l'interprétation géologique. Nos confrères, MM. Michel, Martins et Jules Maistre, ont bien voulu nous donner quelques chiffres exacts à l'occasion de cette chute d'eau, que nous croyons opportun de placer à la suite de ce compte-rendu, en l'absence d'aucune autre reconnaissance géologique; trois ou quatre membres seulement ont cependant bravé le temps pour aller reconnaître le gisement du *Labyrinthodon* dans les assises supérieures du grès bigarré de Fozières.

Notes à propos de l'inondation du 18 octobre 1868 dans la vallée de l'Hérault.

M. J. Michel, ingénieur, communique les documents suivants :

L'Hérault est un fleuve dont le régime exceptionnel, comme celui de tous les cours d'eau du versant de la Méditerranée, mérite d'être signalé.

Les crues sont violentes, mais de courte durée; elles ont lieu ordinairement entre le mois de septembre et le mois de décembre, et entre le mois de février et le mois de mai; c'est-à-dire aux environs des équinoxes. Les crues d'automne sont habituellement plus fortes que les crues de printemps.

Dans l'intervalle qui sépare les crues, les eaux redescendent à un niveau très-bas, et pendant les deux périodes sèches du mois de décembre au mois de février, et du mois de mai au mois de septembre, les eaux sont habituellement à un niveau d'étiage presque constant.

Le bassin de l'Hérault se compose de trois parties distinctes : deux bassins de montagne et un bassin de plaine.

Les deux premiers, celui de l'Hérault et celui de l'Ergue, se développent l'un au nord, l'autre au sud du plateau du Larzac; leur régime torrentiel est le même, mais il arrive heureusement pour la plaine que le plateau qui sépare les deux bassins est assez grand pour que les phénomènes météorologiques qui donnent naissance aux violentes crues de l'un des affluents ne sévissent pas avec la même intensité dans l'autre bassin.

L'Hérault est alimenté par les eaux du plateau nord du Larzac, des versants sud des Cévennes au-dessus du Vigan. L'Ergue descend du sud du Larzac et des vallées profondes de l'Escandolgue; leur jonction se fait au-dessous de Gignac. A partir de ce point, le régime torrentiel fait place au régime de fleuve de plaine alimenté par des affluents latéraux à crues soudaines aussi, mais beaucoup moins importantes que celles de l'une ou de l'autre des deux branches principales.

Les bassins de l'Hérault et de l'Ergue, au-dessus de Gignac, comprennent une surface d'environ 1,900 kilomètres carrés.

Le débit des crues peut être évalué, après la jonction des deux affluents, à près de 2 mètres cubes par kilomètre carré, soit de 3,500 à 3,800 mètres cubes par seconde.

C'est, dans les Cévennes, un fait d'observation, qu'un bassin de 500 à 2,000 kilomètres carrés fournit aux crues un débit de 2 mètres cubes par kilomètre carré, aux cours d'eau, tant que leur régime est torrentiel. Ces débits énormes correspondent à des pluies dont on ne se fait pas facilement une idée dans les régions septentrionales. Les chiffres qui seront donnés à ce sujet à la Société géologique me dispensent d'insister.

Toute crue fait irruption violente dans le lit du fleuve sous forme de raz de marée. C'est une barre qui s'avance avec des hauteurs de 1 à 200 au-dessus de l'étiage, culbutant tout sur son passage, et s'annonçant par le choc des eaux et des pierres à une distance de plusieurs kilomètres. Ce flot marche avec des vitesses de 4 à 5 kilomètres par seconde. lorsqu'il est descendu dans la plaine de l'Hérault. Chaque affluent secondaire présente le même phénomène, jusqu'à ce qu'il soit venu se perdre dans la crue générale.

Dans la journée du 18 octobre, l'orage n'a rien présenté d'extraordinaire dans la plaine de l'Hérault au-dessous de Gignac, ni dans le bassin de l'Ergue. La pluie à Clermont et à Lodève, au sud du Larzac, n'avait pas une intensité exceptionnelle pour le pays. On pouvait compter qu'il y aurait une crue; c'était l'époque ordinaire, et les vents du sud, qui soufflaient depuis la veille, l'annonçaient suffisamment; mais rien ne faisait présager une inondation dont le souvenir dût rester dans les annales de la vallée de l'Hérault.

Les eaux du bassin de l'Ergue s'écoulèrent en produisant une crue moyenne au-dessus de l'étiage, dans la vallée de l'Hérault, en se joignant à celles de tous les petits affluents de la rive gauche, où l'on ne signala rien d'exceptionnel.

Les eaux provenant de la vallée de l'Ergue, colorées par les débris arrachés au terrain permien rouge si caractéristique de la région, baissaient déjà sensiblement, quand tout à coup le niveau se releva et atteignit la plus grande hauteur connue dans la vallée de l'Hérault.

Cette recrudescence provenait uniquement du bassin au nord du Larzac. La pluie y tomba avec une violence extrême, et la crue s'éleva au pont de Gignac, en amont du confluent de

l'Ergue, à 13 mètres au-dessus de l'étiage. La plus haute crue connue, au passage de ce pont, était de 11^m,50 seulement. Ce fut donc, le 18 octobre, une surélévation de 1^m,50. Le pont de Gignac a deux arches de 20 mètres et une arche centrale de 48 mètres d'ouverture.

A 10 kilomètres plus bas, à Belarga, la crue n'était plus que de 0^m,10 au-dessus de la crue de 1860, qui avait été produite en grande partie par les pluies extraordinaires tombées dans le bassin de l'Ergue.

A Montpellier, où il était tombé 0^m,13 d'eau, on ne constata non plus rien d'extraordinaire.

Ainsi, une pluie pour ainsi dire normale dans toute la partie du département de l'Hérault, au sud du Larzac a été suivie d'une inondation extraordinaire, par suite de l'afflux des eaux provenant du bassin de l'Hérault dans la partie de son cours au voisinage des Cévennes.

La quantité d'eau tombée dans ces régions a dû être énorme, puisque l'Hérault seul, arrivant à Gignac dans la soirée du 18 octobre 1868, a déterminé une crue dont la hauteur, entre Pézenas et Gignac, a dépassé de 0^m,10 la crue du 29 octobre 1860, qui était de 1 mètre supérieure à toutes les crues connues dans cette même région.

Seulement la crue de 1860 avait été provoquée surtout par l'arrivée simultanée de tous les affluents de la rive droite de l'Hérault, jointe à une forte crue du bassin supérieur.

Les trombes ou masses d'eau prodigieuses, tombant à la fois sur un point particulier du versant des montagnes qui regardent la Méditerranée, sont fréquentes. Elles sont dues à la lutte qui s'établit entre le vent du nord et le vent du sud; l'orage s'ensuit, les nuages comprimés laissent tomber des torrents d'eau, et le phénomène météorologique cesse quand le vent du nord, triomphant enfin, chasse les nuées sur la mer, où elles vont se perdre sans davantage faire parler d'elles.

M. Jules Maistre, chef de la fabrique importante de Villeneuve, a relevé les chiffres suivants :

Le 17 octobre 1868, la pluie a commencé à 6 heures 1/2 du soir, n'a cessé le lendemain qu'à 2 heures 1/2 de l'après-midi, et a donné pour résultat 0^m,180 millimètres d'eau en 20 heures.

M. Jules Maistre nous donne comme comparaison les chiffres suivants :

Les 1^{er} et 2 octobre 1865, la pluie tombée fut de 573 millimètres en 26 heures, c'est-à-dire de 0^m,022 en moyenne par heure; la pluie la plus forte a eu lieu entre 9 et 11 heures du matin; 185 millimètres d'eau sont tombés dans l'espace de deux heures.

Le 23 juin 1863 a vu tomber 210 millimètres d'eau dans 19 heures.

M. le professeur Martins nous transmet les chiffres suivants :

Le même jour, 18 octobre, a vu tomber 68 millimètres d'eau à Saint-Pons (N. du département à 316^m au-dessus de la mer), à Loupian (à 2 kilom. de l'étang de Thau), 108 millimètres, à Saint-Maurice sur le Larzac (590^m), 350 millimètres; le 17 octobre à Montpellier, 5 millimètres, et le 19, 107 millimètres.

Journée du lundi 19 octobre.

Course à Bédarieux par l'Escandolgue, Lunas et le Bousquet.

(Pl. ix, fig. 10 et 11.)

La Société a pu, grâce au beau temps qui a brusquement succédé à la tempête de la veille, gravir la rampe du causse de l'Escandolgue; elle a traversé les assises du trias et un développement considérable de couches jurassiques généralement horizontales, mais fracturées en divers sens, qui constituent un relief orographique tout particulier aux environs de Lodève et jusque dans l'Aveyron et le Gard.

Le massif, plus surbaissé de ce côté qu'il ne l'est au nord de Pégayrolles, n'est pas surmonté par les marnes supraliasiques, ni couronné par les dolomies de l'oolite qui, rappelant quelques accidents de celles de Mourèze, se développent sur de vastes espaces tout autour du Caylar, sur la route de la Lozère.

Des couches dolomitiques puissantes appartenant au lias, plus résistantes et plus massives que celles de l'oolite et des assises calcaires qui leur paraissent subordonnées, forment presque à elles seules la masse de la montagne que la route gravit en lacets allongés. Quelques fossiles trouvés dans un banc calcaire ont rappelé la faune d'*Hettange* à M. Coquand. On s'élève insensiblement jusqu'à des bancs dont les caractères extérieurs et quelques débris de fossiles tendraient à fixer la place au niveau du lias moyen; des amas puissants de tuf volcanique, de pépérines grises et rougeâtres, enveloppant de gros nodules de péridot, supportent une nappe solide de basalte compacte qui revêt le massif calcaire en formant une longue dorsale étroite, mais nettement dessinée du Nord au Sud, à partir du bois de Guillaumar, dans l'Aveyron, jusqu'au-dessus de Saint-Martin-de-Combes, au sud de Lodève, et se prolongeant presque jusqu'à la mer en îlots isolés ou sous forme d'évents localisés et circonscrits. Ces points sont marqués sur notre Carte générale par une couleur rouge vif.

Aucune preuve suffisante ne permet encore d'établir la contemporanéité de ces éruptions volcaniques avec celles qui, près de la mer, à Saint-Thibéry et au Saint-Loup d'Agde, ont recouvert de leur produits le cailloutis siliceux

que la Société a observé près de Pézenas : une différence remarquable entre elles git dans la proportion du périclase, infiniment réduite et presque à l'état microscopique dans les basaltes d'Agde et Saint-Thibéry, très-considérable au contraire et sous forme de boules et de fragments volumineux dans ceux de la partie nord du département, comme aux évents de Montferrier près de Montpellier, et de Fontès près de Pézenas. L'ancienneté plus grande de ceux-ci doit être admise jusqu'à nouvel ordre.

Un peu avant le sommet de la côte, la Société a pu constater le contact du basalte et du calcaire, et se convaincre qu'à peu près aucun effet métamorphique ne s'est produit.

La route, après avoir dépassé le col où se trouve la baraque de Branle, juxtaposée aux calcaires du lias moyen, descend rapidement la même rampe du côté de Lunas, laquelle se déroule en plein massif jurassique que traversent à intervalles des filons basaltiques généralement étroits, faisant fonction de pieds ou de colonnes du basalte qui s'étale en forme de champignon à la surface de la roche. Le lias inférieur supporte Lunas et se termine à quelques mètres plus bas, vers la vallée de l'Orb, pour laisser apparaître successivement le trias, le permien, le houiller et le granite.

Ces terrains divers saillent très-nettement aux yeux de l'observateur, grâce à la disposition en étages qu'ils affectent jusqu'après le Bousquet d'Orb.

Les hauts sommets du Mendip, formés d'une roche granitoïde et constituant le massif du bois de Vernazobres, se détachent directement au Nord, supportant successivement et en retrait, les uns par rapport aux autres, les schistes houillers avec couches de combustibles exploités, le grès rouge ou permien se présentant sous forme de conglomérats littoraux grossiers, des schistes monochromes appartenant au même niveau ; ces derniers, érodés par les eaux, se montrent, du côté du Sud, sur l'autre bord de la rivière, affleurant sous forme de talus peu rapides au-dessous d'une corniche saillante de grès bigarré, que surmonte à son tour un nouveau talus formé de marnes ternes faiblement irisées, le tout recouvert d'un abrupt calcaire, prolongement des roches liasiques qui enceignent Lodève du côté de l'Ouest.

Le Bousquet d'Orb, placé en contre-bas de ces terrasses, adossé au conglomérat permien, dominé par les roches cristallines du Mendip, offrait une halte naturelle à la Société. Elle y a trouvé au sein de la famille de M. Simon,

directeur des mines de Graissessac, un accueil des plus gracieux, un repos des plus confortables. Mesdemoiselles Simon, en l'absence de leurs parents, retenus bien malgré eux dans ce moment à Paris pour des affaires urgentes, se sont acquittées de leur tâche d'hôtesse avec la plus charmante et la plus délicate simplicité.

Après une visite faite à la Verrerie, où l'observation des laitiers a provoqué des remarques intéressantes sur les phénomènes relatifs à la cristallisation des roches ignées, la Société a suivi la route de Bédarieux; peu après avoir dépassé le Bousquet, elle a constaté l'abaissement sensible de tous les systèmes reconnus près de la Verrerie. Le lias forme à lui seul les berges de la route qu'il encaisse, et livre à la rivière un passage sinueux au travers d'une fracture étroite que sa masse a subie.

A gauche de l'Orb s'étagent, sur le lias, les marnes supraliasiques formant talus et supportant un cordon calcaire, remarquable sur certains points par une couleur rougeâtre qui lui a fait donner dans le pays le nom de *roc rouge*; il représente l'oolite inférieure calcaire; au-delà, sur un troisième plan, et par places sur le bord même de la corniche, se développent les dolomies de ce même niveau qui, en ce point, viennent en droite ligne de Mourèze, leur centre d'épanouissement.

La Société a pu constater cette succession aussi nette qu'intéressante, du haut du plateau liasique très-étendu qui se développe sur la rive droite de l'Orb jusque vers Hérèpian, en aval de Bédarieux, où le trias affleure de nouveau, fournissant à la station de Lamalou ses eaux thermo-minérales. Un dernier trait de ce panorama est fourni par la grande muraille composée de schistes et de calcaires anciens qui se profile du côté du Sud sur la rive droite de la rivière, et forme de ce côté la limite septentrionale des terrains paléozoïques de Cabrières; un sommet proéminent de cette chaîne rappelant, par sa composition à la fois schisteuse et calcaire, comme aussi par son isolement du côté du Nord, le pic de Cabrières, constitue le point orographique le plus considérable de la région de Bédarieux, et porte dans le pays le nom de *pic de Tantajo* (518^m).

Journée du mardi 20 octobre.

La Société avait eu à opter, pour l'emploi de la matinée de ce jour, entre une visite à la station thermale de Lamalou et la reconnaissance des conditions de gisement de la houille de Graissessac. Elle a choisi cette dernière, et, grâce à la bienveillante intervention d'un grand nombre d'habitants de Bédarieux, elle s'est trouvée en peu de moments en possession de véhicules qui lui ont permis de franchir sans fatigue la distance qui la séparait du centre d'exploitation. Les quelques heures dont elle avait à disposer, la séance de clôture ayant été fixée pour ce jour même à Béziers, ont été consacrées par elle à l'étude des éléments du terrain houiller et à l'examen des travaux extérieurs, qui ont pour objet le triage du combustible, son lavage et la fabrication des agglomérés. Conduite par MM. les ingénieurs Lombard, Gounod, Sarrut et Pomier-Layrargues, elle a constaté la superposition immédiate des grès et des schistes houillers sur des schistes plus anciens contenant des calcaires dont elle n'a pu apprécier exactement la date précise à cause de l'absence de fossiles, et de l'impossibilité où elle se trouvait de faire un raccordement avec les terrains similaires du reste du département. Elle a pu seulement constater le caractère absolument lacustre du dépôt, aucune couche marine n'étant intercalée entre lui et le sol qui le supporte. Quelques filons d'une roche porphyroïde, à larges cristaux de feldspath et de quartz légèrement teinté de violet, rappelant l'améthyste, ont été observés par elle dans les schistes anciens, constatés en indépendance parfaite par rapport au terrain houiller.

L'outillage perfectionné pour l'extraction, le transport, la mise en usage du combustible, l'utilisation du menu, a excité au plus haut point son intérêt et valu à M. l'ingénieur Lombard, particulièrement chargé des travaux d'exploitation, des félicitations très-vives de la part de quelques-uns de nos confrères très-compétents en la matière.

M. Pomier-Layrargues ayant bien voulu, sur notre demande, esquisser les principaux traits de l'histoire et du mode d'exploitation de ce riche bassin, nous croyons bien faire, pour compléter dans les limites d'une Session unique les notions recueillies sur les formations importantes de notre département, d'introduire ici cet intéressant exposé.

Note sur le bassin houiller de Graissessac; par M. POMIER-LAYRARGUES.

I. POSITION GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE DU BASSIN.

Le village de Graissessac, situé à 15 kilomètres de Bédarieux, sur la limite nord de l'Hérault, a donné son nom au bassin houiller dont il occupe à peu près le centre, et qui s'étend dans la direction E.O., depuis le confluent du Rouffiac et de la rivière d'Orb jusqu'au pont de la Mouline, sur la route d'Agde à Castres.

Le terrain houiller, presque entièrement découvert, forme, entre ces deux points éloignés de 20 kilomètres, une zone montagneuse, dont la largeur en atteint deux.

Au nord et vers l'ouest, il est redressé contre les schistes du terrain de transition. Ces schistes sont traversés en certains points par des filons d'un beau porphyre¹ dont la nature et la direction ont été déterminées par M. de Rouville.

Vers le sud, il s'appuie sur des schistes analogues et des calcaires qui donnent à la cuisson une bonne chaux hydraulique.

A l'est, dans la concession du Bousquet, il s'est affaissé sous les grès rouges permien de la vallée de l'Orb.

II. OROGRAPHIE DU TERRAIN HOULLER.

La surface du bassin est très-accidentée, la crête nord de l'encaissement forme les sommets abrupts et élevés (1063 m.) d'une partie de la ligne de partage des eaux de l'Océan et de la Méditerranée, dont l'alignement varie peu en ce point de celui (système des Ballons) O. 15° N.

C'est à ce violent mouvement qu'il faut attribuer le soulèvement du terrain houiller, au-dessus de tous les dépôts postérieurs et les dislocations qui ont ouvert ses vallées et mis à nu ses nombreux affleurements.

L'altitude moyenne du terrain houiller est de 380 mètres; son aspect varié.

Au-dessus de quelques prairies qui accompagnent ses thalwegs, s'étagent en gradins, sur les versants méridionaux, les dernières vignes de la contrée.

Les pentes tournées vers les autres vents cachent leur couleur grise sous des bois épais de châtaigniers et leurs cerclières, qui font la culture principale du pays.

Plus haut, vers le nord, dans ses parties les plus redressées, l'aspect devient plus sauvage, la végétation y est contrariée par la dispersion des blocs de grès et des arènes accumulées par les cassures du terrain et l'action du temps.

¹ Pâte verte avec grains de quartz améthyste et cristaux de feldspath orthose.

C'est du milieu de ces éboulis, parsemés de bruyères et de genêts, que se dégagent les crêtes finales du grès houiller.

III. HISTORIQUE DU BASSIN.

Dans le nombre des vallées qui sillonnent le bassin, on peut en distinguer quatre principales, naissant à la ligne de faite dont nous avons parlé, et découpant transversalement la partie supérieure des dépôts houillers dans la direction N.N.O, S.S.E.

C'est dans les affleurements de celles de Clédon et d'Espaze, dont les villages de Graissessac et de Camplong occupent le fond, que furent ouverts les premiers travaux.

Ils remontent fort loin. Le mineur Gensanne, dans son *Histoire naturelle du Languedoc*, publiée en 1766, parle en ces termes :

« Parvenus à Graissessac, nous avons visité les mines de charbon que le sieur Giral y fait exploiter. Nous avons d'abord observé auprès de l'entrée une quantité considérable de charbons extraits, et étant entrés dans les travaux, nous y avons trouvé trente mineurs effectifs, avec les officiers nécessaires à ce travail. La veine qu'on exploite a depuis 5 jusqu'à 12 pieds d'épaisseur, et le charbon y est d'une qualité supérieure. Les travaux y sont conduits avec la plus grande intelligence : tout y est solide, bien aéré et soutenu avec soin. L'eau n'y incommode pas, attendu qu'on a eu l'attention de se procurer des percements qui en facilitent l'évacuation.

» De là, nous avons passé à Camplong : il y a ici quantité de mines de charbon ; on y remarque beaucoup d'ouvertures qui ont été faites par les paysans, à la surface des veines, sans ordre ni ménagements. Toutes ces ouvertures superficielles se sont éboulées et rendent l'accès du charbon très-difficile et très-couteux. »

Les concessions auxquelles le bassin donna lieu datent de ce siècle.

Leur morcellement nuisit au développement des travaux.

Ce n'est qu'à partir du moment où les quatre principales furent réunies dans les mêmes mains, que l'exploitation prit un premier développement en rapport avec les richesses du bassin.

On eut d'abord à lutter contre la difficulté des transports, et cet obstacle arrêta l'essor de l'extraction, qui ne fournissait à la vente qu'une trentaine de mille tonnes, péniblement charriées sur les routes jusqu'au canal du Languedoc.

L'ouverture du chemin de fer de Graissessac à Béziers, qui eut lieu vers 1858, permit enfin de donner aux travaux une plus grande extension.

Encore fut-elle longtemps retenue par les tarifs exorbitants mis en vigueur sur cette ligne.

En 1858, l'extraction du bassin était de 39,000 tonnes; en 1867, elle a atteint 177,000 tonnes.

Le hameau de Graissessac, qui ne comptait que quelques feux partagés entre les mineurs et les cloutiers, possède aujourd'hui une population ouvrière de 1 900 âmes.

IV. ALLURE GÉNÉRALE DES COUCHES.

Les travaux entrepris depuis lors ont mis à nu une vaste nappe houillère, dont les couches suivent toutes les inflexions du terrain.

Inclinées vers le nord, contre la roche encaissante qui les a comprimées en les redressant, elles s'étendent depuis la surface du terrain jusqu'à de grandes profondeurs, à la limite de la formation houillère.

On peut distinguer plusieurs périodes dans la série de leurs dépôts.

Les principaux accidents qui affectent les veines paraissent devoir leur origine aux dénivellations produites par l'ouverture des vallées et les cassures du terrain.

Les couches sont séparées par des alternances de grès fins et de schistes riches en empreintes.

La flore houillère y est représentée par des débris qui se rapportent aux fougères (*sphenophyllum*, *annularia brevifolia*). Quelques calamites et de nombreuses variétés de cycadées, *stigmaria*, *sigillaria*, *pachyderma*, etc.

On n'a point encore trouvé d'empreintes de poissons (*amblypterus*, *palæoniscus*).

Le grisou y est peu fréquent.

V. CONCESSION, MODE D'EXPLOITATION.

Dans un aperçu aussi rapide que celui-ci, nous devons nous borner à esquisser à grands traits les points principaux sur lesquels s'est portée l'exploitation.

Elle est localisée actuellement dans les massifs supérieurs compris entre les vallées.

Ces montagnes houillères ont été percées de larges galeries qui ont recoupé un certain nombre de couches. Dans chacune d'elles a été créé un champ d'exploitation en rapport avec l'amont-pendage qu'elles présentent.

Les quatre concessions dont nous avons parlé plus haut portent les noms des territoires qu'elles comprennent.

Ce sont, en commençant à l'est : celle du Bousquet; celle de Boussagues; celle du Devois de Graissessac; celle de Saint-Gervais.

Le massif houiller qui s'étend sous les concessions du Devois et de Saint-Gervais, est sillonné de nombreux affleurements.

Six couches principales sont actuellement exploitées vers la partie est de ces

concessions. Elles s'y développent avec une grande régularité d'allure et de composition.

L'épaisseur totale de ces couches est de 13^m,48, contenus dans un massif de grès et de schistes de 84 mètres d'épaisseur ; soit un rapport de 15 p. 100 entre l'épaisseur du charbon et celle de la partie stérile.

Les ouvertures par lesquelles ces veines ont été attaquées sont au nombre de quatre, étagées sur le versant est de la vallée de Graissessac.

La montagne de la Padène, qui sépare les deux vallées de Graissessac et de Camplong, et à travers laquelle ont été pratiquées les premières ouvertures, est comprise dans la concession de Boussagues.

Huit couches principales y sont exploitées ; leur puissance en charbon varie entre 1^m,60 et 8 mètres, et elles forment une épaisseur totale de 20 mètres.

Le rapport entre l'épaisseur du charbon fin et celle de la partie stérile est, dans cette coupe, de 17 p. 100.

Les ouvertures sont percées à différents niveaux du côté de la vallée de Graissessac, et correspondent de l'autre dans celles de Camplong, sous le territoire de laquelle les veines prennent de nouveaux développements.

En profondeur, le terrain houiller a été recoupé par un puits de 4 mètres de diamètre, qui a permis de constater la continuité des dépôts dans toute leur régularité, avec toute leur puissance.

VI. CARACTÈRES PRINCIPAUX DES CHARBONS.

Les charbons de ces différents points présentent les variétés comprises entre les houilles grasses et demi-grasses.

Les plus gros occupent la partie centrale du bassin.

Dans la partie occidentale, les veines passent aux charbons maigres et anthraciteux.

Cette partie du terrain houiller a fait l'objet d'une concession particulière.

Les matières volatiles dans ces houilles varient entre 19 et 30 p. 100.

La teneur en cendres entre 3 et 15 p. 100.

VII. INSTALLATIONS EXTÉRIEURES.

La gare du chemin de fer de Graissessac à Béziers a été établie à la cote 287 mètres, au débouché de la vallée de Graissessac et à 2 kilomètres des mines les plus reculées.

La vallée élargie en ce point offre un espace suffisant aux installations de préparations mécaniques, transformation des menus et ateliers qui y sont concentrés.

Les houilles descendent, par différents plans inclinés automoteurs, à un pre-

mier niveau occupé par une voie horizontale, sur laquelle ils viennent s'embrancher, et qui, partant des exploitations les plus reculées, traverse le village de Graissessac et vient aboutir à un dernier plan incliné double qui commande la gare d'expédition d'Estréchoux.

Le matériel qui circule sur ces voies est celui de l'intérieur. La benne porte 500 kilogr.

Les charbons gros sont envoyés directement sur les quais de la gare; c'est en ce point qu'ils sont triés et défichés avant leur arrimage en wagons.

Les tout-venant sont arrêtés à 100 mètres en amont, sur de vastes estacades, d'où ils sont culbutés sur un jeu de cribles destiné à classer les grosseurs suivant les besoins du commerce et de l'industrie.

La différence de niveau entre cette première plate-forme et celle des quais d'expédition, rachetée pour le transport des gros par un plan incliné, a été mise à profit en ce point pour l'installation des criblages, des lavoirs et des ateliers du coke.

En haut se trouvent les cribles. De ce point, les charbons préalablement classés sont dirigés, suivant leur grosseur et leur destination, les uns directement sur la gare, les autres vers les ateliers de lavage établis parallèlement à un niveau inférieur. Plus bas sont disposés les bassins de dépôts des houilles lavées et les fours à coke.

Ainsi, les menus passent rationnellement et mécaniquement par les différentes manipulations qu'ils doivent subir suivant leur qualité.

Les fours à coke sont du système Appolt.

Vis-à-vis ces premières installations et de l'autre côté du ruisseau qui suit les sinuosités de la vallée, sont installées les machines à agglomérer et les ateliers de construction et de réparation du matériel et des machines.

Les machines à agglomérer employées à Graissessac débitent leurs produits sous la forme de briquettes du poids de 2 et de 5 kilogr.

VIII. DÉBOUCHÉ.

Les houilles en nature, les cokes et les agglomérés trouvent leur débouché sur toute la ligne du chemin de fer du Midi, depuis Cette jusqu'au pied des Pyrénées d'une part, et de l'autre vers Montpellier, Marseille et Toulon.

L'exportation par les ports de Cette et d'Agde en absorbe une certaine quantité, principalement pour alimenter la navigation à vapeur française dans la Méditerranée, la nature demi grasse de ces charbons les rendant très-propres à la production de la vapeur.

La séance de clôture a eu lieu à Béziers ce même soir à huit heures.

Nous ne reproduirons pas les paroles de bonne confraternité dont l'échange laissera de précieux souvenirs dans les cœurs de tous les membres assistants. Dix journées de bon commerce entre confrères, et de contact avec la nature, ne sont pas sans une heureuse influence sur ce que l'homme a de meilleur, le cœur et l'intelligence. Aussi nous réjouissons-nous personnellement d'avoir eu l'avantage de nous trouver placé, durant quelques jours, dans cette fortifiante atmosphère où se réchauffent les affections anciennes, où s'en créent de nouvelles, et où se puisent de précieuses directions. Soutenu par les premières, nous tâcherons de mettre les directions reçues à profit pour l'achèvement d'une tâche que nous considérons comme une dette incombant à la chaire de géologie que nous avons l'honneur d'occuper, celle d'établir la Carte géologique de notre département. Aidé par la libérale initiative du Conseil général de l'Hérault, nous avons à cœur de satisfaire au désir que sa sollicitude éclairée lui a suggéré, de posséder sur le territoire placé sous son administration les documents susceptibles de contribuer à sa bonne gestion et à sa prospérité.

L'agriculture veut connaître le sol qu'elle exploite; l'industrie veut en utiliser les richesses. Il nous appartient à nous, géologues, dont la mission est d'écrire l'histoire du globe qui nous porte, de nous préoccuper avant tout de sa constitution minérale, et de poser par cela même l'unique fondement de toute exploitation scientifique et raisonnée. Une carte minéralogique est pour l'agriculteur ce qu'est une carte topographique pour un chef d'armée: la base indispensable de ses opérations. Aussi nous livrons-nous par avance au soin d'extraire de nos données géologiques les documents utiles pour l'exécution d'une Carte représentant la nature minérale des principales régions naturelles de notre département. C'est dans ce but qu'indépendamment de la carte géologique que nous relevons au 80/1000, nous nous flattons de pouvoir un jour, avec l'aide de l'administration de l'Instruction publique et de MM. les Instituteurs, établir des Cartes communales à l'échelle du tableau d'assemblage du cadastre (dix ou vingt millièmes), dans le double but de propager les connaissances générales, et de détailler et de localiser les observations.

Nous avons été assez heureux pour pouvoir, dès ce soir même, exposer sous les yeux de l'assemblée une première ébauche de la Carte géologique de la commune de Béziers, dressée, sous notre direction, par les soins intelligents

d'un frère de la Doctrine chrétienne, le frère Léothéricien, dont nous ne saurions assez louer le zèle, l'aptitude et l'activité.

Cette Carte porte, pour la distinction du terrain, des couleurs que nous avons cherché, dans les limites du possible, à mettre en harmonie avec les couleurs naturelles du sol, tout terrain étudié de près résumant en quelque sorte son individualité dans des caractères physiques spéciaux et distincts. Il nous a semblé que les enfants de nos écoles, et avec eux toutes les personnes peu familiarisées avec les connaissances techniques, seraient par cette analogie entre les couleurs employées et celles de la région représentée, plus disposés à reconnaître la réalité et à demander l'explication des diversités naturelles qui se rencontrent dans la région qu'ils habitent et qu'ils ont le plus d'intérêt à connaître.

Le vif sentiment de notre dette et de la mission que nous avons reçue de propager les faits si intéressants et si féconds que nous révèle la Géologie, nous porte à ne reculer devant aucune démarche ni aucun moyen d'action qui pourront nous faire espérer d'atteindre notre but, que nous croyons utile, non-seulement à la prospérité matérielle, mais même à la moralisation de nos populations des villes et des campagnes.

Journée supplémentaire.

Course à la Gardiole.

Le mercredi 22 octobre, quelques membres de la Société, à leur retour vers Montpellier, acceptèrent la bonne invitation de l'un de nos confrères, M. Munier, et s'arrêtèrent à Frontignan pour examiner une mine de fer qu'il avait découverte et qu'il était à la veille d'exploiter ; après un repas ou le vin du crû permit à nos confrères étrangers de faire bonne connaissance avec cette production si exquise et si locale de notre département, on se rendit au lieu de la mine, située dans un sol dont il n'est pas sans intérêt de connaître la constitution.

Frontignan est situé au pied d'une petite chaîne qui s'élève à une altitude faible (200 mètres au maximum), mais que les terrains bas et paludéens, le cordon littoral, l'étang et la mer qui s'étendent du côté du Sud, ne contribuent pas peu à rehausser par le contraste ; c'est la Gardiole ou Gardéole, qui occupe une surface elliptique dont le grand axe a la direc-

tion N.E., et qui commençant à montrer ses roches massives et calcaires à la Castelle et à la Lauze, sur la route de Cette, se prolonge jusqu'à Cette même, qu'elle porte sur ses flancs escarpés sous le fort Saint-Pierre. Notre Carte montre ce bourrelet montagneux se détachant comme une île allongée de tout le pays qui l'entoure au Nord et au Sud, et permet en outre, par la couleur conventionnelle dont il est affecté, de reconnaître qu'il n'est qu'une portion du massif morcelé et discontinu qui forme la charpente des arrondissements de Lodève et de Montpellier ; les masses d'eau salée et d'eau douce qui sont venues à diverses époques recouvrir notre région, se sont logées dans ses dépressions, qu'elles ont comblées de leurs sédiments.

La Société dans sa première course avait reconnu, on se le rappelle peut-être, cette ancienne géographie de notre surface continentale, cette ancienne distribution des terres et des eaux qui a fait place à celle d'aujourd'hui, mais non sans laisser des traces parfaitement reconnaissables de ses premiers délinéaments.

C'est à l'époque jurassique que remontent les dépôts dont l'exhaussement ultérieur a formé cette charpente ; cette époque porte sa date non-seulement dans les caractères particuliers et locaux des sédiments qu'elle a vus se former dans notre région, mais aussi et surtout dans le cachet organique des flores et des faunes, ses contemporaines ; des calcaires à bancs parfaitement stratifiés, distincts, semblables à des gradins gigantesques, à pâte généralement fine et comme lithographique, conservent sur une grande étendue de pays une identité de structure et de grain qui permet à première vue de les distinguer de tous les autres plus récents ou plus anciens ; on les exploite dans plusieurs localités et tout particulièrement près de Frontignan, pour pierres de monuments funèbres ou de soubassement aux maisons et aux hôtels ; la présence d'ammonites et de bélemnites marquées, au point de vue spécifique, du millésime *oxfordien*, se rencontre sur une foule de points que multiplie tous les jours l'intelligente activité de notre confrère M. Munnier. Ce sont, parmi les plus abondantes, la bélemnite appelée *Belemnites hastatus*, à cause de sa forme lancéolée (*hasta*, *lance*), et l'ammonite si reconnaissable à la tresse élégante qui la contourne, et qu'on a nommée *Am. cordatus*. Ces animaux fourmillent dans les parties marneuses, où l'on trouve à chaque pas les vestiges d'une troisième ammonite à plis allongés,

étroits, nombreux et rapprochés, qui rentre dans le groupe des *A. plicatilis*. Ces marnes, par leur développement et leur position constante au-dessous des calcaires, établissent la réalité d'un horizon distinct dans la masse minérale constitutive de la montagne ; leur présence au-dessous de calcaires à bancs épais, forme en outre un double élément important dans la topographie et le pittoresque de notre petite chaîne. Par leur degré moindre de résistance à l'action des agents atmosphériques, elles ont provoqué l'établissement, dans la montagne, de dépressions plus ou moins étendues en long et en large, présentant sur les bords le contraste d'abrupts et de talus ; elles ont en outre, à la suite de cassures nombreuses qu'a subies le massif compact et homogène, et en conséquence de leur facilité à céder aux mouvements et de l'appui insuffisant qu'elles prêtaient aux roches supérieures, produit des dérangements, des dénivellations, dont nous trouvons dans quelques combes des cas remarquables ; les formes massives de certains bancs calcaires, leur continuité rompue par le glissement, leurs surfaces blanchâtres, âpres et incultes, leurs arêtes vives et leurs faces abruptes contrastant avec les parties plus déclives, les pentes adoucies et les talus marneux, leur ont fait donner, dans la langue du pays, la désignation expressive de *rascle*, et dans une localité où l'effet atteint son plus haut degré, celle de *rascle de girascle*.

Un troisième élément pétrographique que sa constance au-dessous des deux premiers permet, malgré son peu de relief, d'élever à la hauteur d'un véritable horizon, se trouve généralement au fond des combes supportant immédiatement les marnes. La combe de Raimbaut, dont nous donnons la représentation, indique sa place en même temps que la disposition générale des deux horizons supérieurs. (*Pl. XIII fig. 3.*)

Au-dessous des marnes affleurent sous des inclinaisons quelquefois rapides, mais sans discordance, des calcaires nettement stratifiés, qui se distinguent à la première vue par leur teinte foncée et la présence au milieu de leur pâte de rognons siliceux très-abondants, plus ou moins volumineux, qui se détachent à leur surface comme les nodosités du bois sur des planches rabotées, par leur couleur et leur texture particulière.

Quel est l'âge de ces bancs siliceux ? font-ils partie du terrain oxfordien, ou datent-ils d'une époque antérieure ?

Leur caractères physiques et la présence du silex rappelleraient des dépôts jurassiques effectués antérieurement à l'oxfordien : les formes organiques qu'ils contiennent sont trop imparfaitement conservées pour résoudre la question, d'autant moins qu'une certaine similitude normale des animaux qui ont précédé immédiatement la faune oxfordienne avec les représentants de celle-ci exigerait, pour une suffisante distinction, un état parfait de conservation ; toutefois certains traits d'organisation spécialement oxfordienne retrouvés sous la loupe, et surtout des inductions fournies par la position et les caractères de pétrographie pure, nous déterminent à rattacher ces bancs à la masse oxfordienne ; le sillon évasé d'une bélemnite (*B. latesulcatus*) qui la distingue d'un animal de la même famille contemporaine de la période antérieure, et, sur certains points, un passage incontestable du dépôt siliceux au calcaire oxfordien, permettent, sans autre preuve, d'admettre cette identification.

La Gardiole se trouverait donc tout entière réduite à trois unités pétrographiques : calcaire compacte au sommet, masse marneuse au milieu, bancs siliceux en bas ; ceux-ci n'apparaissent au jour que lorsque les cassures ont été assez profondes pour les atteindre.

Il nous reste, avant de parler de la mine de fer, à indiquer d'un mot deux faits intéressants que la Gardiole nous présente : le premier est la modification minérale que certaines couches ont éprouvées, et qui consiste en ce que les couches calcaires sur certains points de leur étendue se sont imprégnées de magnésie, au point de donner lieu à une roche complètement nouvelle dans laquelle le carbonate de magnésie se trouve en parties égales avec le carbonate de chaux, combinaison qui constitue la *dolomie*. A cette et sur le revers sud du massif de la Gardiole, la dolomie prend un grand développement : ce genre de modification est le même que celui que la Société a eu l'occasion d'observer dans la région de Cabrières, dès le quatrième jour de la Session¹.

¹ Notre savant collègue, M. Coquand, vice-président de la Session, vient de faire allusion à cette course supplémentaire, dans une note récente insérée dans le fascicule du *Bulletin de la Société géologique*, pag. 128 (note), que nous recevons (18 juillet 1869) au moment même où nous corrigeons nos épreuves.

C'est avec bonheur que remplissant, après l'heure, le rôle de guide, nous avons dirigé nos

Le second fait que nous tenons à signaler est le cas remarquable d'une dislocation tout à fait locale, qui a eu pour résultat la répétition, sur une même façade, jusqu'à trois fois d'une même série formée de trois éléments constitutifs de la Gardiole : calcaires, marnes et bancs siliceux.

Si l'on gravit la Gardiole par son abrupt nord, en partant de la métairie Saint-Jean, près de Gigean, jusqu'à la petite masse d'eau stagnante appelée lac Mégé, à la limite des communes de Gigean, Fabrègues, Frontignan et Mireval, on constate très-aisément cette récurrence. Au contact des bancs siliceux et des marnes se trouve le plus souvent une mare ; celle près de Launac, au nord de Saint-Jean, deux autres un peu plus haut, celles de Farlet et de Mégé, décèlent à diverses hauteurs le retour du même horizon.

Ce fait résultant d'éboulement à la suite de cassures parallèles, ne se montre que sur une surface extrêmement restreinte ; la portion du massif qui fait face à Fabrègues au Sud, et celle qui à l'est de Gigean porte les ruines de Saint-Félix et s'abaisse entre Frontignan et Balaruc, sont formées par une série unique de calcaires et de marnes, au bas desquelles apparaissent les couches à silex.

Dans cette chaîne ainsi constituée, se sont opérées de nombreuses fractures en divers temps et dans divers sens, la direction N.E. ayant pourtant prédominé au point de s'imprimer d'une manière nette dans le relief de la

confrères dans cette nouvelle région de l'Hérault ; nous avons eu la satisfaction de les voir confirmer nos observations antérieures. Aujourd'hui nous nous permettrons de différer avec M. Coquand, sur un point qui n'avait pas été touché dans notre course : c'est sur l'interprétation du rôle des couches dolomitiques que l'on observe dans la Gardiole. Le savant professeur les donne comme surmontant les calcaires oxfordiens ; elles ne sont pour nous qu'une manière d'être de ces mêmes calcaires ; si le temps nous l'avait permis, nous l'aurions conduit sur une foule de lieux où l'on voit les couches calcaires se charger peu à peu de magnésie et finir par revêtir complètement les caractères chimiques et physiques de la dolomie. Celle-ci ne constituerait donc pas un nouvel étage, mais serait un simple faciès d'un étage bien déterminé. Cette manière de voir trouve une éclatante confirmation dans l'oxfordien si développé sur la route de Ganges à Saint-Laurent-le-Minier, où l'accident dolomitique *intra-oxfordien* se voit sur une grande échelle. Notre confrère M. Munier vient d'en constater un nouvel exemple dans l'oxfordien au sud de Sumène, au lieu dit le *Pont des chèvres* ; nous nous abstenons en ce moment de rechercher les conséquences qu'une opinion erronée sur le vrai rôle de la dolomie peut avoir sur le mode d'interprétation de la stratigraphie de ces mêmes régions.

chaîne entière : à travers ces cassures irrégulières, se sont fait jour des sources ferrugineuses qui ont encroûté leurs conduits de sédiments métalliques. Notre confrère M. Munier raconte dans son *Mémoire sur les gisements métalliques de la Gardiole*, la manière dont il est arrivé à découvrir ses richesses : nous citons textuellement son récit, piquant et sympathique par le souffle d'un généreux enthousiasme devenu trop rare de nos jours :

« Vous dire, cher Monsieur ¹, comment j'ai été amené dans ce pays où le soleil fait tant pour l'homme, et l'homme si peu pour le soleil, serait hors de mon sujet ; qu'il vous suffise de savoir que, artiste et parisien greffé sur bourguignon, mon premier soin fut d'explorer ces montagnes stériles, où, le fusil à l'épaule, je pouvais des journées entières jouer au Robinson, courant d'un sommet à l'autre sans rencontrer âme qui vive. Que de précieuses émotions j'ai recueillies dans ces garrigues avant d'arriver à la grande chose dont nous parlerons tout à l'heure !

Leurs senteurs délicieuses, leurs immenses horizons, m'avaient subjugué tout d'abord. Je les dessinai sous tous leurs aspects, et honteux de ne les voir nulle part dignement représentées, je dressai une carte de leurs parcours et de leurs sommets principaux.

J'avais, par ce travail de romain, laissé des lambeaux de ma chair aux fourrés de tous ces ravins ; j'avais épuisé, bu à toutes ces fontaines, et petit à petit, de jour en jour, une transformation lente s'était opérée en moi à mon insu. Quelques miettes d'études classiques m'avaient jalonné la route (on n'enseigne guère la géologie au collège !). Cependant, alléché par les beaux échantillons des fossiles que je trouvais à mes pieds, j'étudiais des livres spéciaux, et bientôt ma solitude chérie m'apparaissait sous un nouveau jour : j'avais découvert une seconde garrigue. Le soir, je rentrais chargé d'un butin précieux mais pesant : les bélemnites, les ammonites, etc., s'entassaient dans mon atelier, au grand scandale de mes pinceaux ; le peintre avait fait place à l'apprenti géologue.

Le moment solennel approchait : l'homme élevé graduellement par le travail n'avait plus qu'un pas à faire, et, touchée sans doute de tant d'amour pour les rochers, la garrigue allait enfin livrer son secret à celui qui depuis deux ans lui consacrait tous ses loisirs, à lui, au casseur de pierres, objet d'hilarité et de dédain pour la suffisance bourgeoise des ignorants d'alentour.

La moindre circonstance, l'accident le plus futile, suffirent pour déterminer d'immenses révolutions quand sonne l'heure marquée par la Providence : une perdrix blessée et malmenée par ma chienne, me conduisit, cher Monsieur, sur le lieu même de votre propriété, où se trouve ma principale fouille.

¹ L'auteur s'adresse à M. Forcade, propriétaire du sol.

L'aspect du sol et des pierres noires dont il était couvert me frappa. Un souvenir d'enfant me revint en mémoire : c'était dans la Nièvre, chez mon grand-père ; j'étais bien petit ; des Messieurs de Fourchambault et d'Imphy voulaient lui acheter un champ où l'on trouvait aussi des pierres noires, et le bon grand-père tira de son champ un prix fabuleux. Il n'en fallut pas davantage pour donner un nouvel et vif aliment à l'esprit d'observation et de persévérance dont V. Hugo prétend que sont habituellement doués les Bourguignons.

Je rentrais pensif et soucieux ; j'apportais des échantillons de ma trouvaille, et, quinze jours après, je recevais de Paris, où je les avais envoyés, une analyse détaillée confiée aux soins d'un professeur distingué, M. Jacquelain, et dont voici la copie textuelle :

« L'analyse du minerai de fer qui nous a été confié par M. Munier père résulte d'une moyenne de cinq unités environ d'un minerai de fer présentant, pour la presque totalité, les caractères d'un sesquioxide de fer hydraté, mais sous la forme de cristaux cubiques agglomérés à la manière de la pyrite cubique de fer.

C'est ce qu'on appelle une épigénie, c'est-à-dire une conversion lente et sans changement de forme d'un minerai de fer piritieux originairement en sesquioxide de fer, sous l'influence simultanée de l'air et de l'eau. Cet oxide est d'ailleurs tout à fait exempt de soufre et de sulfate, résultat important à considérer pour l'exploitation, surtout si le filon se continue avec une pureté constante et une puissance suffisante.

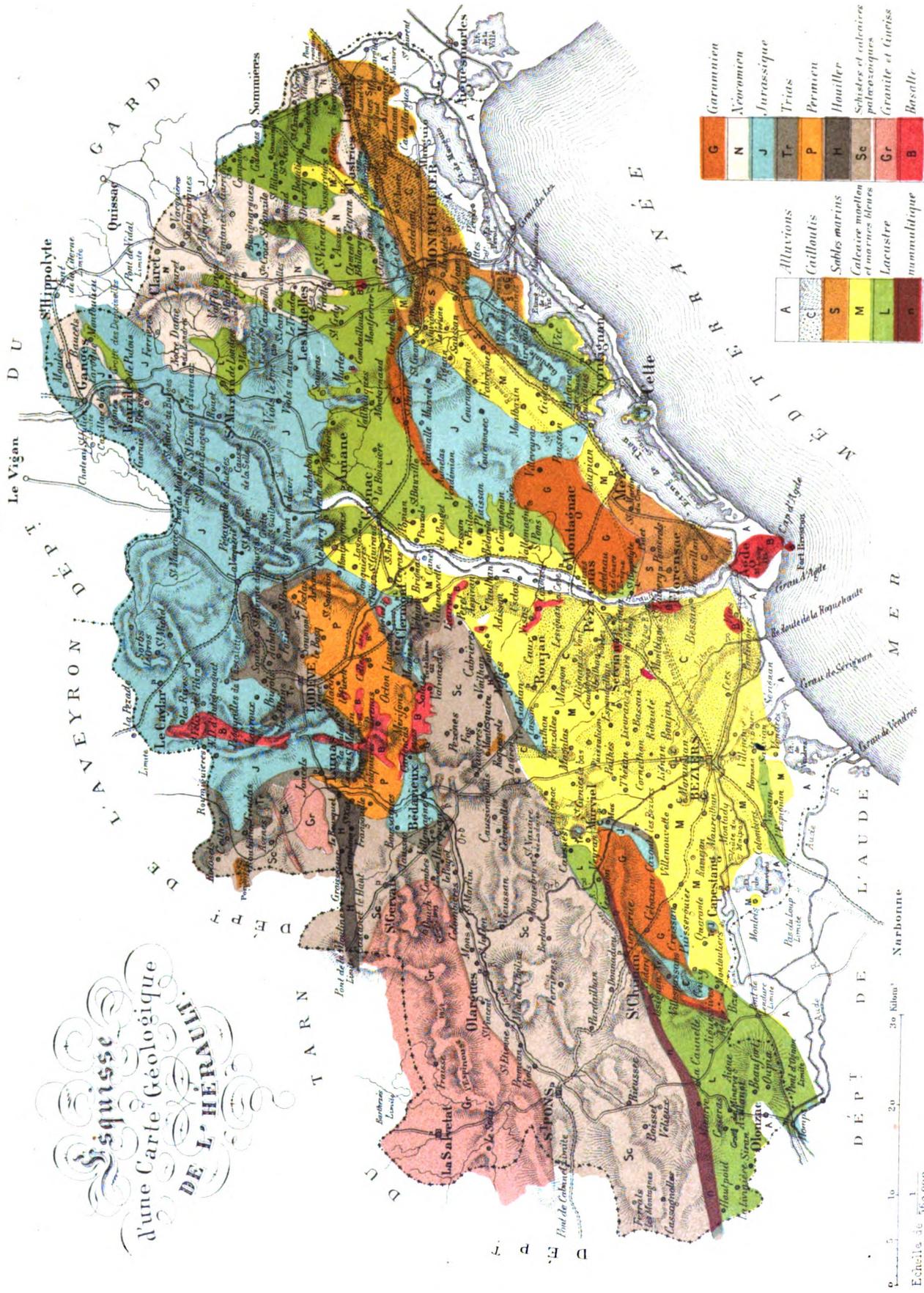
En voici la composition :

Sesquioxide de fer.....	84,500 = fer 58 à 59 %.
Silice.....	2,300
Alumine.....	1,700
Magnésie.....	0,295
Acide carbonique.....	0,205
Eau.....	11,000
	<hr/>
	100,00

On voit qu'il suffira d'une très-petite quantité de castine ajoutée au minerai pour en déterminer la fusion.

M. Munier cite plus loin dans son mémoire (pag. 16) d'autres analyses de M. Jacquelain :

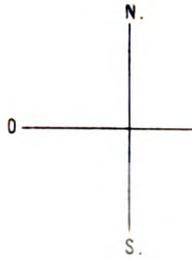
Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN



Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

Fig. 3.

ROUJAN - CABIÈRES.



LÉGENDE GÉNÉRALE.

Fig. 2.

VILLEVEYRAC - VALLEMAGNE.

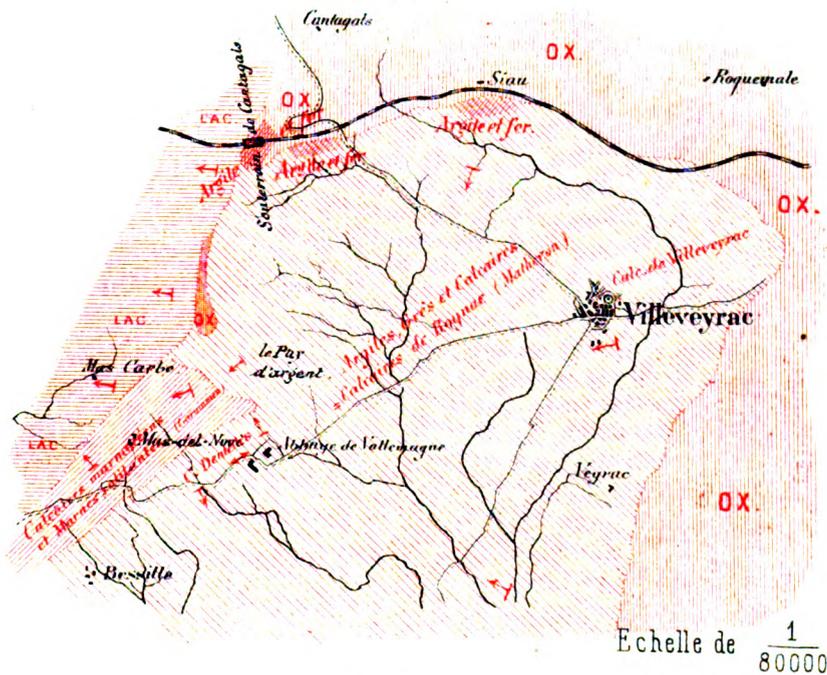
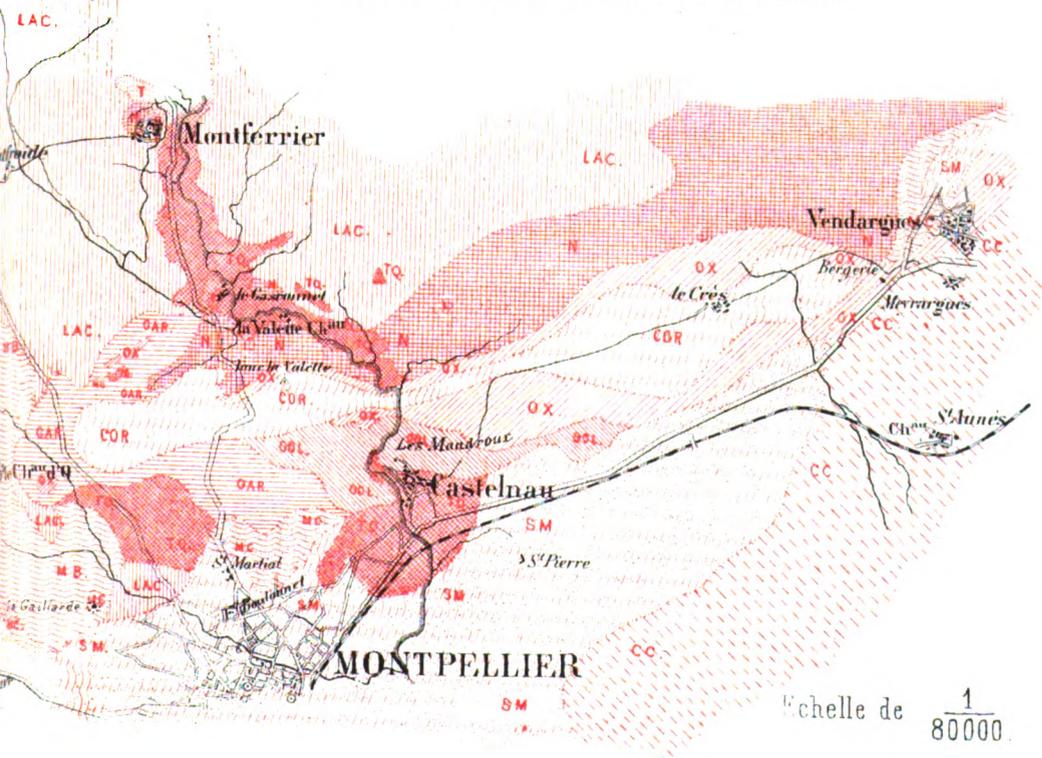


Fig. 1.

ENVIRONS DE MONTPELLIER.

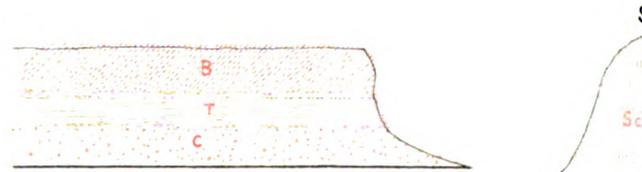


- A. Alluvions.
- B. Basalte.
- C. Cailloutis quarzeux.
- CC. Cailloutis de la Crau.
- CF.S. Calcaire du Falgauras. Silurien.
- COR. Corallien.
- C.P.D. Calcaire à polypiers. Dévonien.
- CS. Calcaire paléozoïque.
- D. Dunes.
- DEV. Dévonien.
- DOL. OOL. Oolite inférieure dolomitique.
- G. Gypse.
- GAR. Garamien.
- GR. Grès bigarre.
- GL.S. Système du Glauzy, Silurien.
- GON. Goniatites.
- GN. Gneiss.
- GR. Grès.
- H. Terrain houiller.
- IL. Lias inférieur (Ovicula contorta, Gryphos arguoi).
- K. Keuper.
- L. Lias moyen calcaire.
- LAC. Lacustre, Tertiaire.
- M. Marais.
- M.B. Marnes bleues.
- M.C. Calcaire moellon.
- M.C.D. Mollasse à dragées.
- MS. Lias moyen marneux et Lias sup.
- N. Néocomien.
- OOL. Oolite inférieure calcaire.
- OX. Oxfordien.
- P. Permien.
- P.I. Permien schisteux inférieur.
- PR. Calcaire carbonifère [Productus].
- P.S. Permien rouge supérieur.
- R. Conglomérat siliceux sous les grès bigarre.
- S. Schistes paléozoïques.
- SC. Scories volcaniques.
- SM. Sables marins de Montpellier.
- SN. Schistes à *Cordiola interrupta*.
- T. Tuffa volcanique.
- Tp. Tuf quaternaire.
- V. Dépôts fluvio-volcaniques.
- Π. Porphyre.
- == Cordons siliceux dans C.P.D.
- Schistes à cordons

Bayrische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

COUPES DE LA RÉGION D'AGDE.

Fig. 5.



Coupe au Sud du mas Ménard.

Fig. 6.



Profil du pic vers Trédos.

Fig. 7.



Coupe sur le chemin d'Agde à Brescou.

Fig. 8.



Cap d'Agde, les trois frères, tuffa soulevé par le basalte.



Echelle de $\frac{1}{80000}$

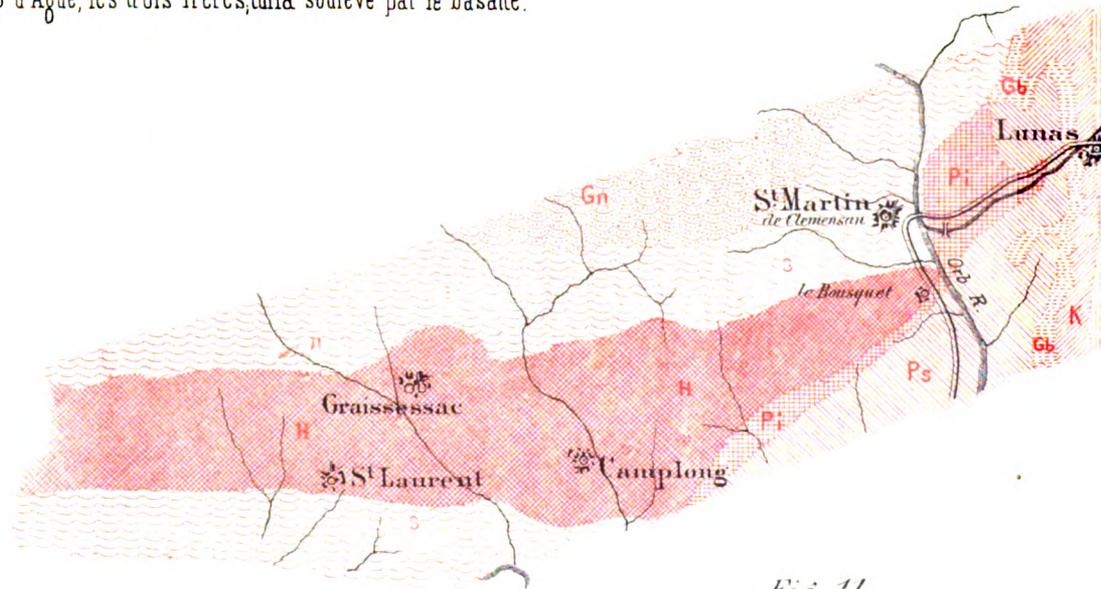


Fig. 11.

RÉGION DE BÉDARIEUX.

Echelle de $\frac{1}{86400}$.

Extrait de Cassini.

D'AGDE.

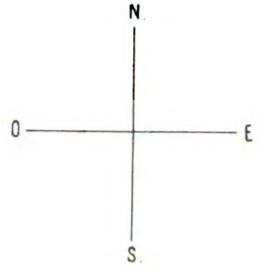


Fig 10
LODÈVE - GRAISSESSAC

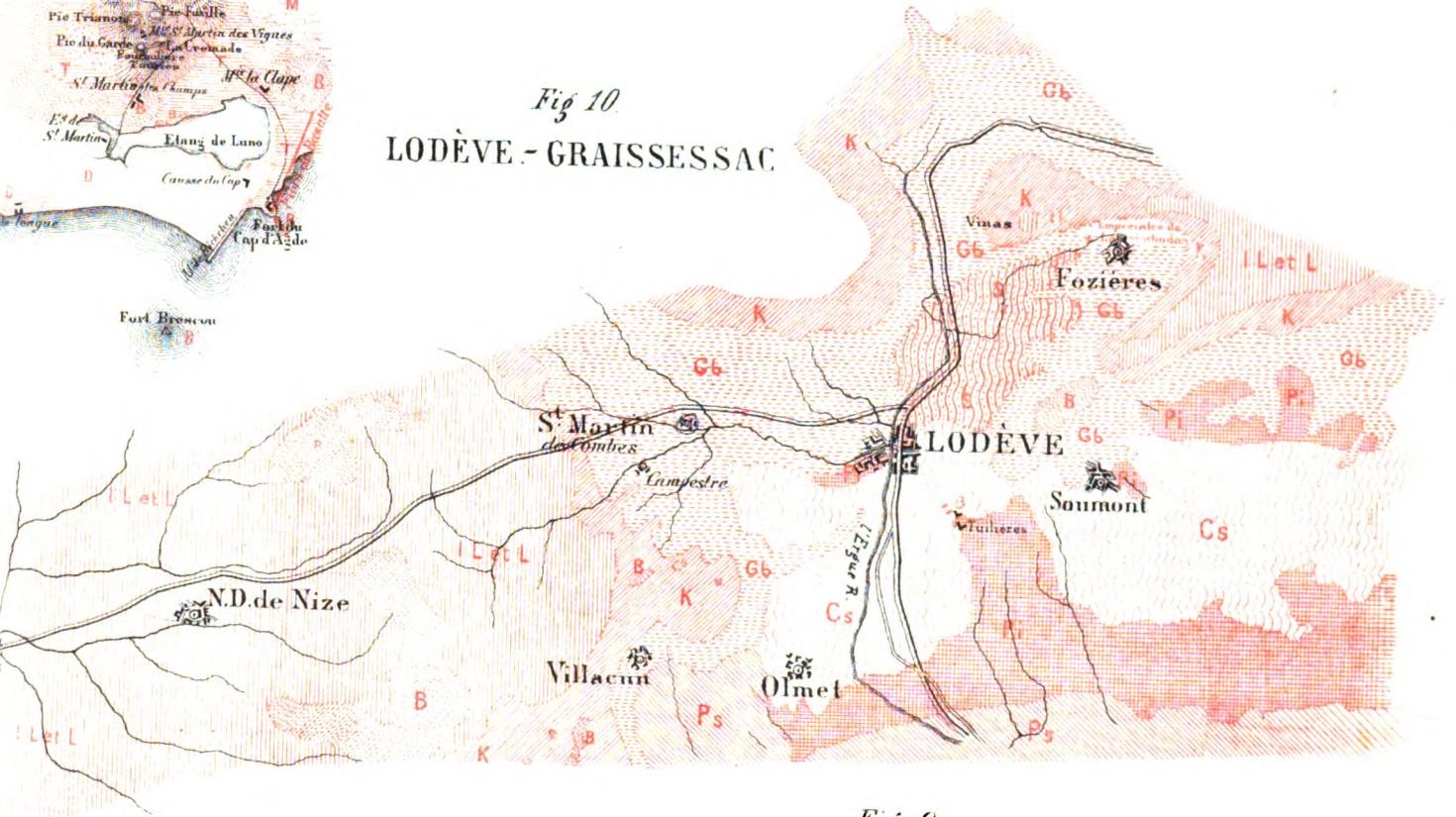
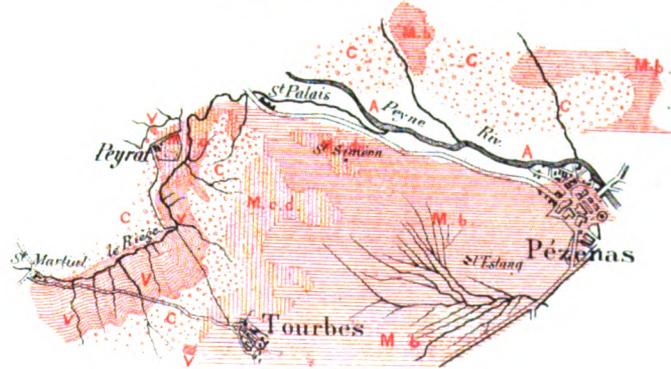


Fig. 9.
PÉZENAS.- LE RIÈGE.



Echelle de $\frac{1}{80000}$

Lith. Boehm & Fils Montp.

Fig. 3.



Lith. par A. Munier.

Lith. Boehm & Fils, Montp.

Relief Permien au N. de Liausson
Marnes lie de vin dites Ruffes.

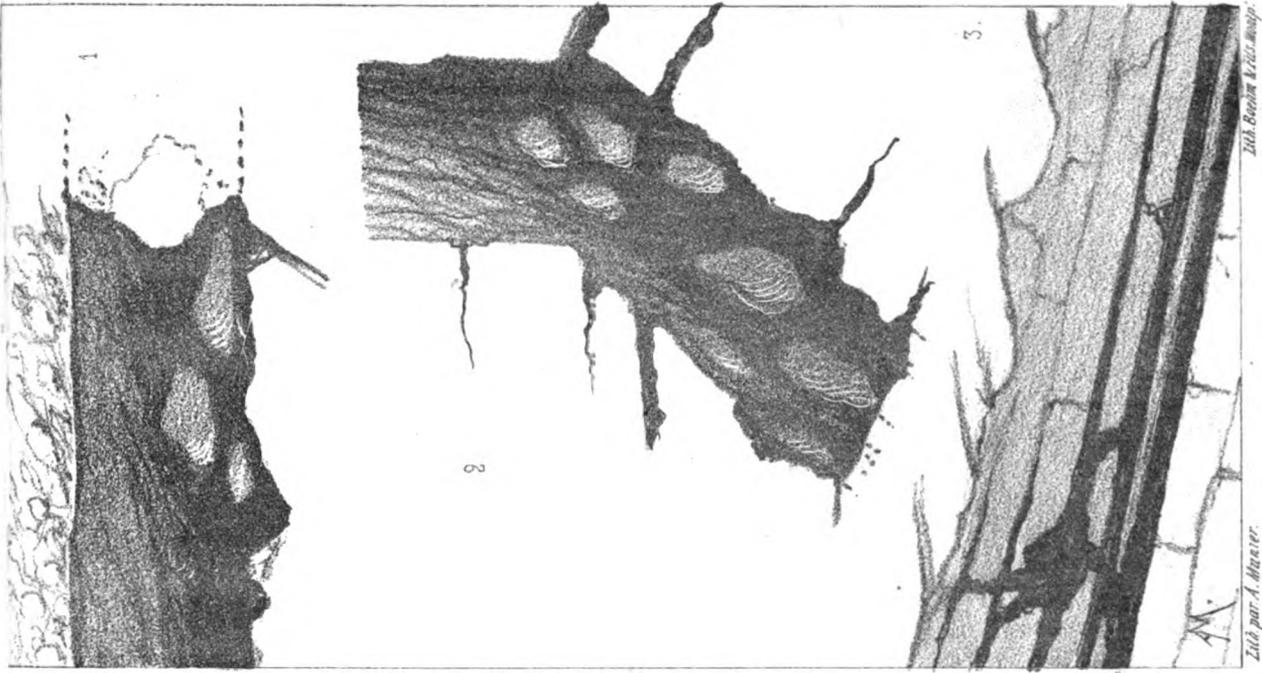
Fig. 1



Lith. par A. Munier.

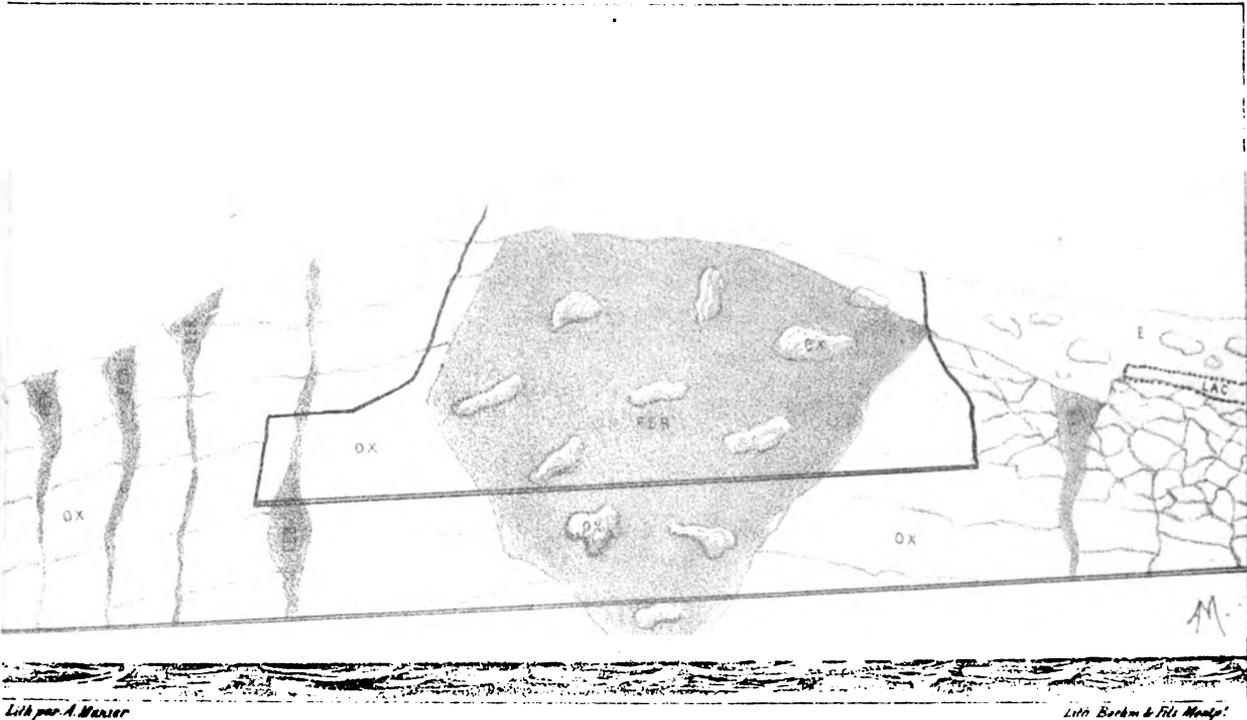
Lith. Boehm & Fils, Montp.

Butte basaltique de Montferrier.
Lac. terrain lacustre. B. basalte. Ox. oxfordien. (S^tLoup)



1 et 2. Minerai de fer empâtant des blocs calcaires.
 3. Minerai de fer dans les joints de couches de l'oxfordien.

Fig. 2.

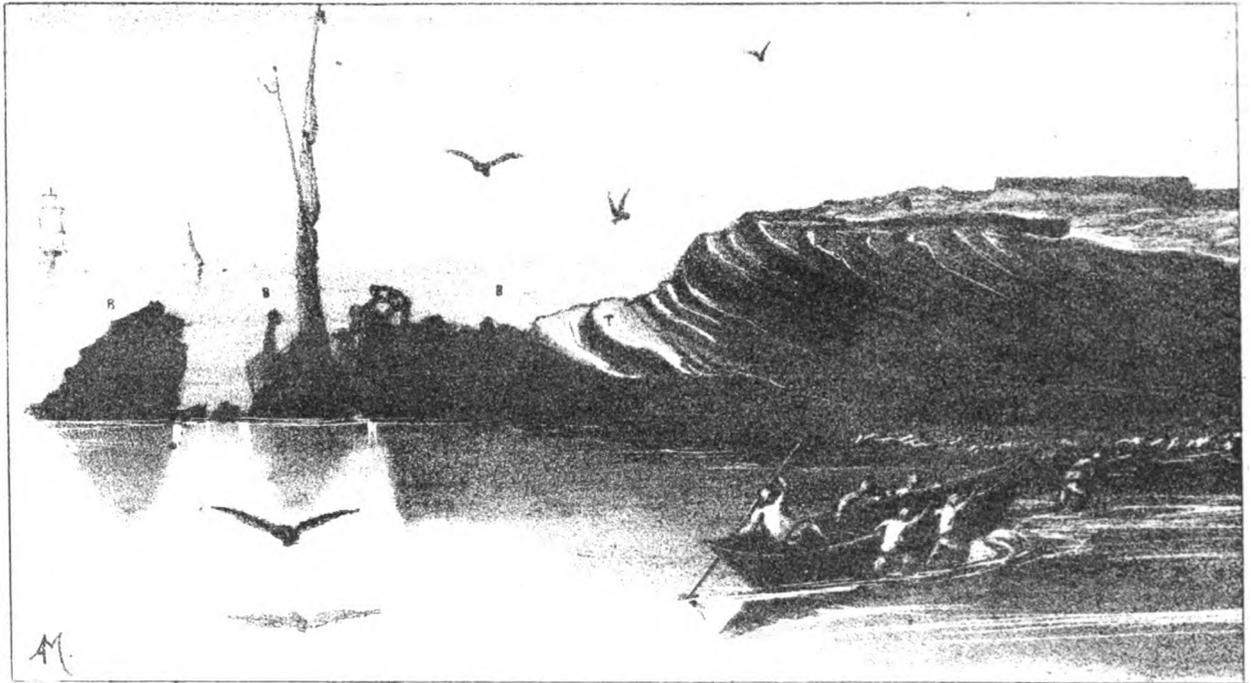


Lith. par A. Mauer

Lith. Boehm & Fils. Leipzig

Souterrain de Cantagals près Villeveyrac.
 Ox. Oxfordien, Lac. Lacustre, E. Eboulis.

Fig. 4.



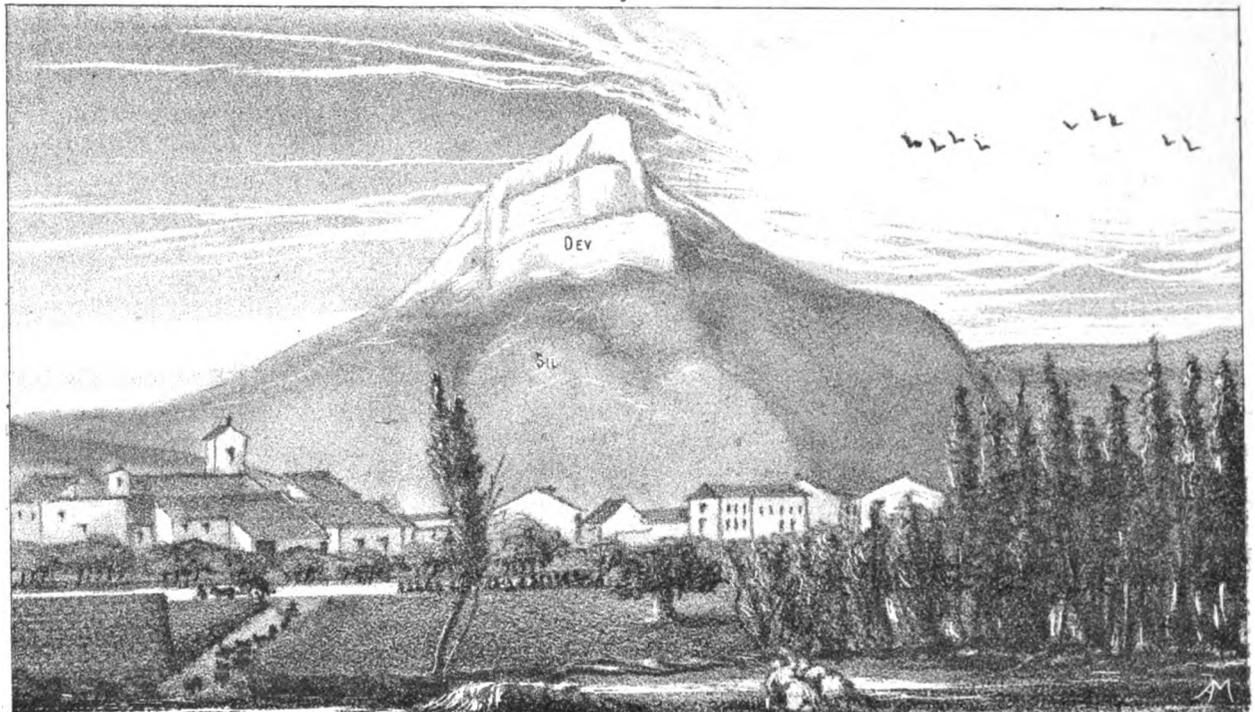
Lith. par A. Munier.

Lith. Boehm. & Fils, Montp.

Cap volcanique d'Agde.

B. les trois frères. (Dykes basaltiques.) T. Tuffa relevé par le basalte.

Fig. 2

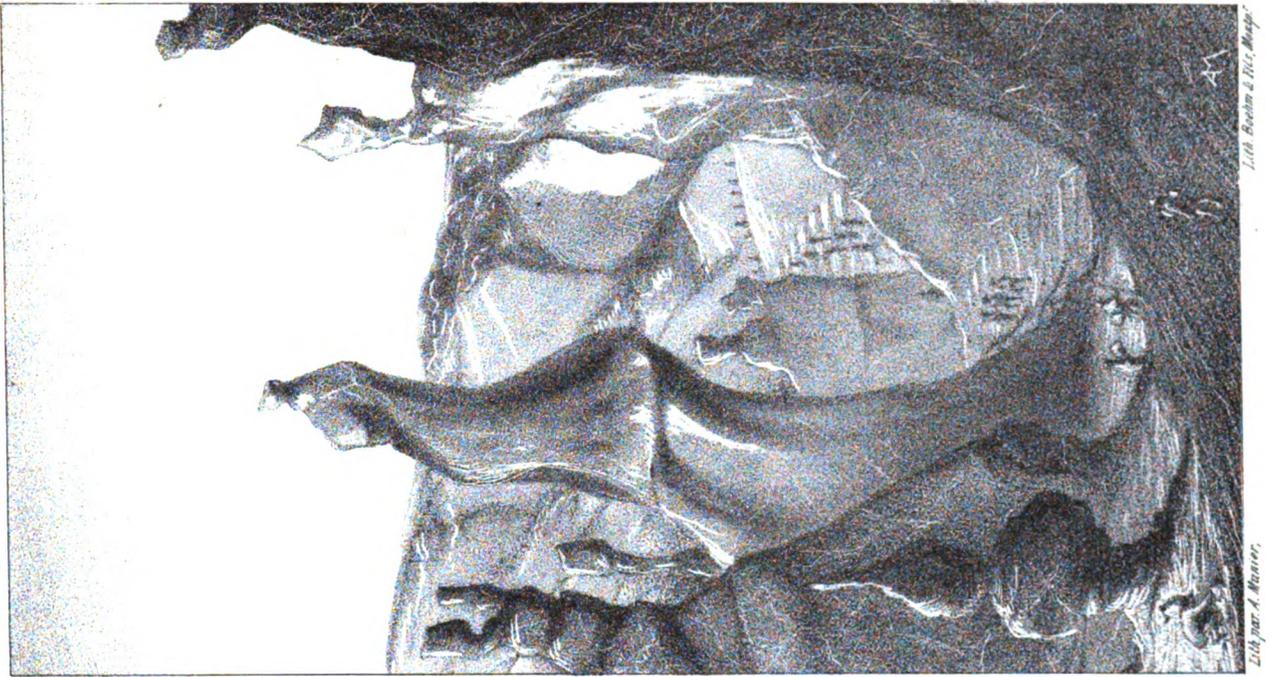


Lith. par A. Munier.

Lith. Boehm. & Fils, Montp.

Pic de Cabrières. Sil Silurien Dev Devonien

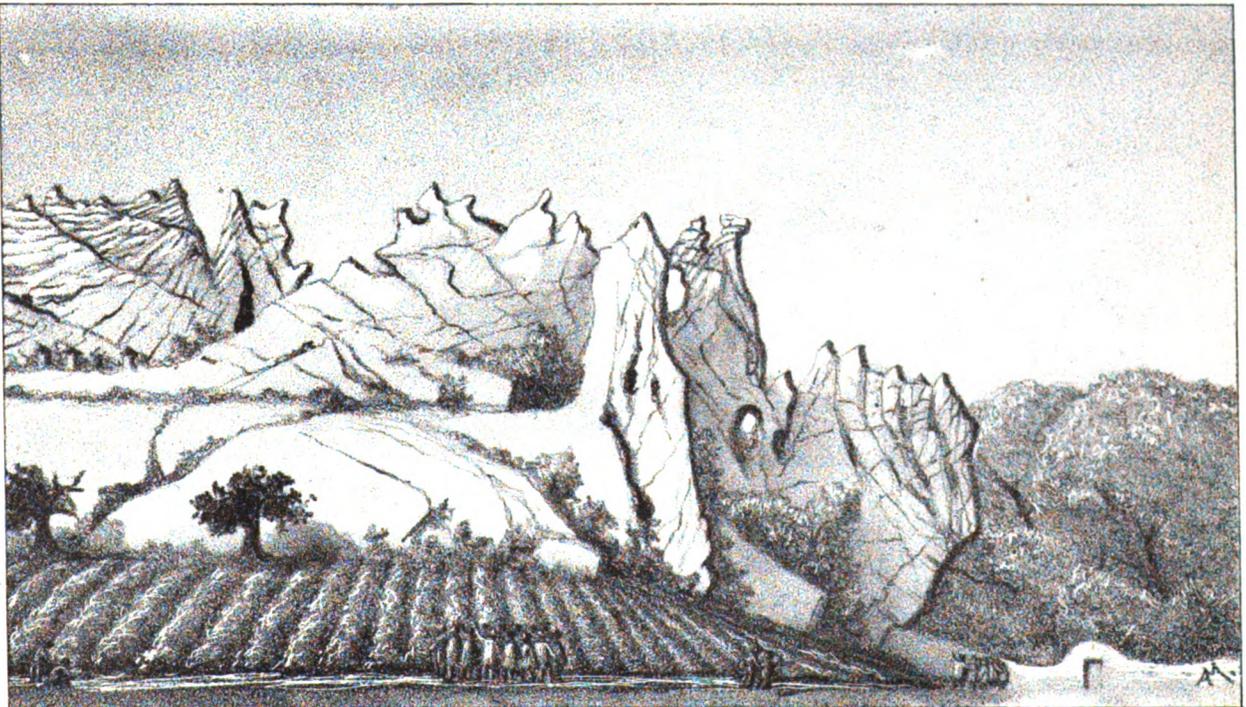
Fig. 3.



Lith. Boehm & Fils, Metz.
Lith. par A. Munnier.

Rochers dolomitiques de Mourèze.

Fig. 1.

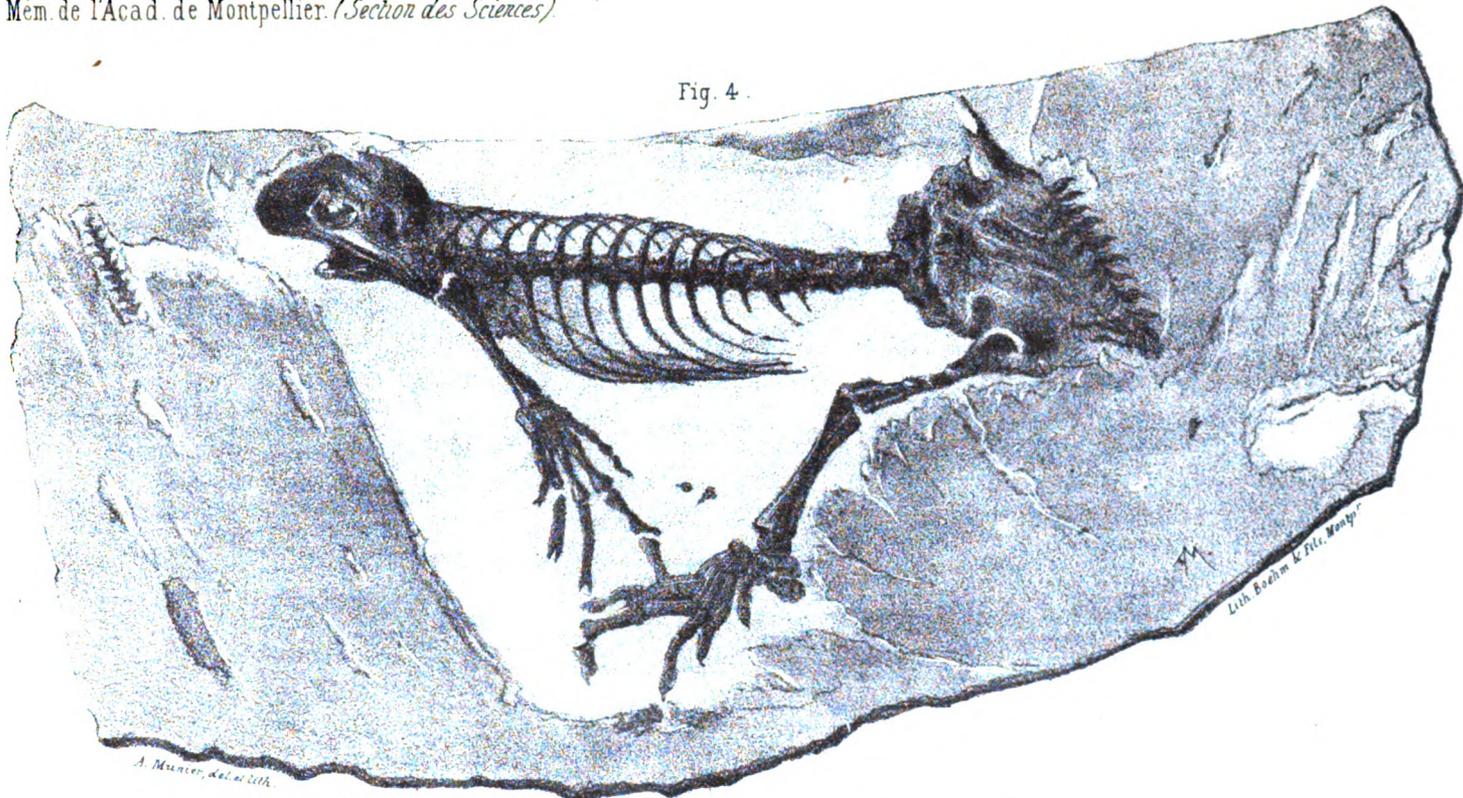


Lith. par A. Munnier

Lith. Boehm & Fils, Metz.

Rochers dentelles de Valmagne.

Fig. 4.



Aphetosaurus Lutevensis. P. Gerv.

Fig. 2.



Les Collines de Cabrières au Sud du Pic. (Vue prise du Pic.)

1. Ballerades 2. Rossignole 3. Butte de Fontès 4. la Serre 5. Bataille 6. le Pigeonnier 7. le Talgairas 8. Mounio Cabrières et vieux château 9. Tuff de l'Estavel. A. Pilon de cuivre B. Village de Cabrières.



Empreintes de Cheirotherium. (Kaup.)
Labyrinthodon. (Owen).

Fig. 1.



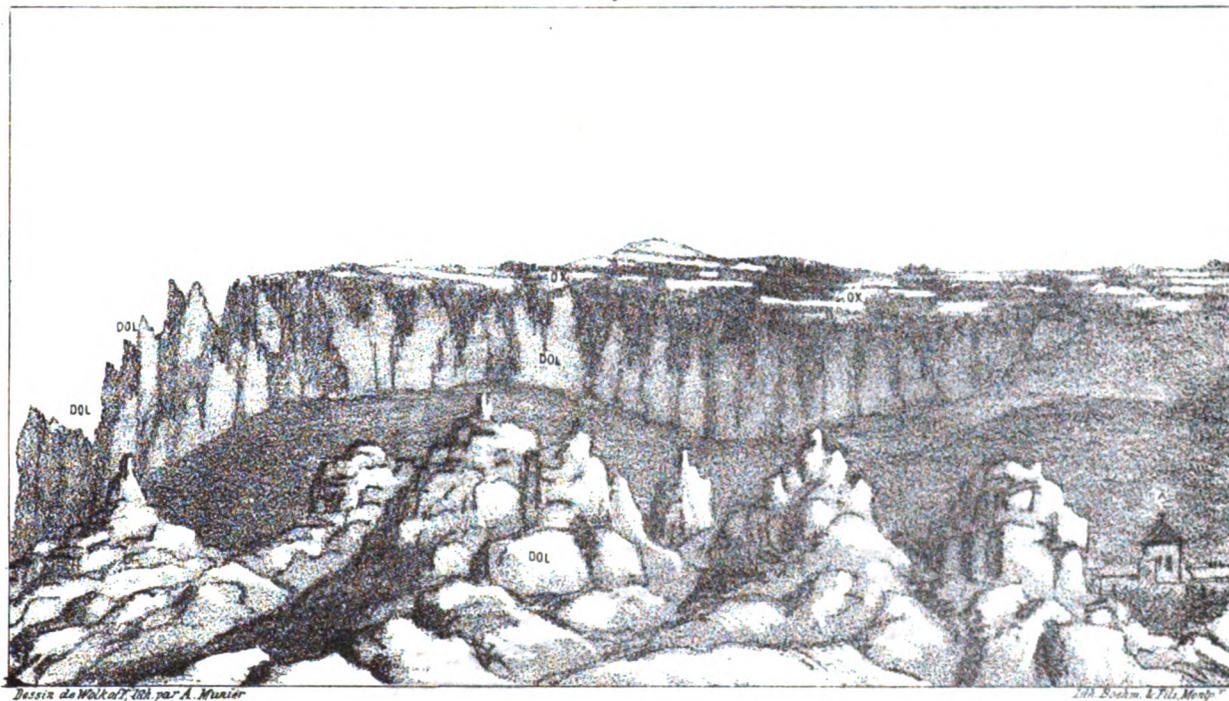
Dessin de Wolcott. Gravé par A. Mauer.

Lith. Boehm & Co., Leipzig.

Colline de Saint Siméon près Pézenas.

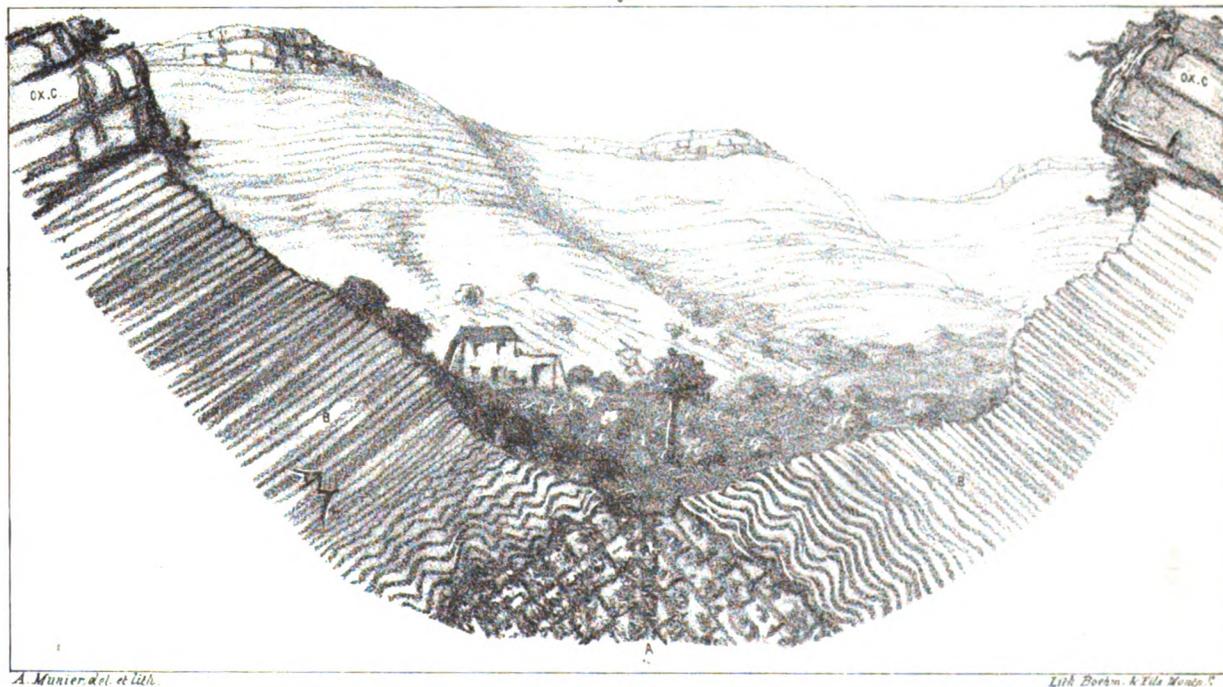
^ Butte Saint Siméon. M. B. Marnes bleues. C. L. Calcaire lacustre.

Fig. 2.



Superposition de l'Oxfordien Ox, sur la Dolomie Dol, au Nord de Mourèze. ^ Mourèze

Fig. 3



Combe de Rimbaut près Frontignan. (Gardiolo)
A Couches à nodules de Silex. B. Oxfordien marneux. Ox.C. Oxfordien calcaire.

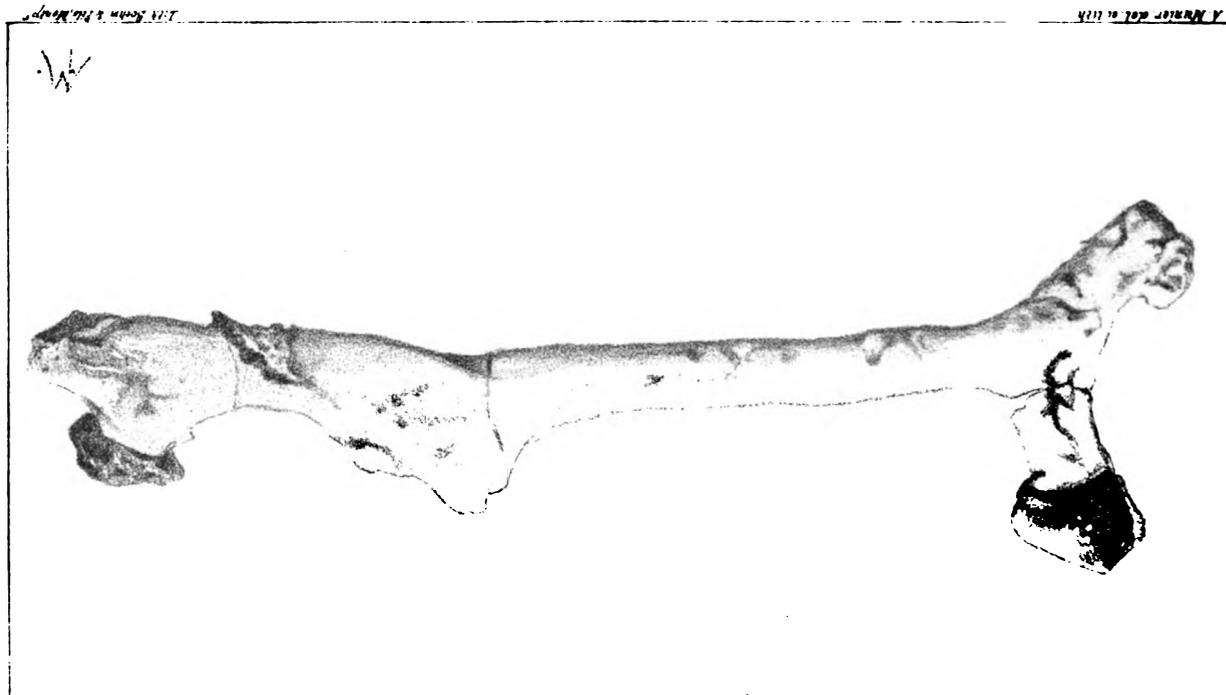
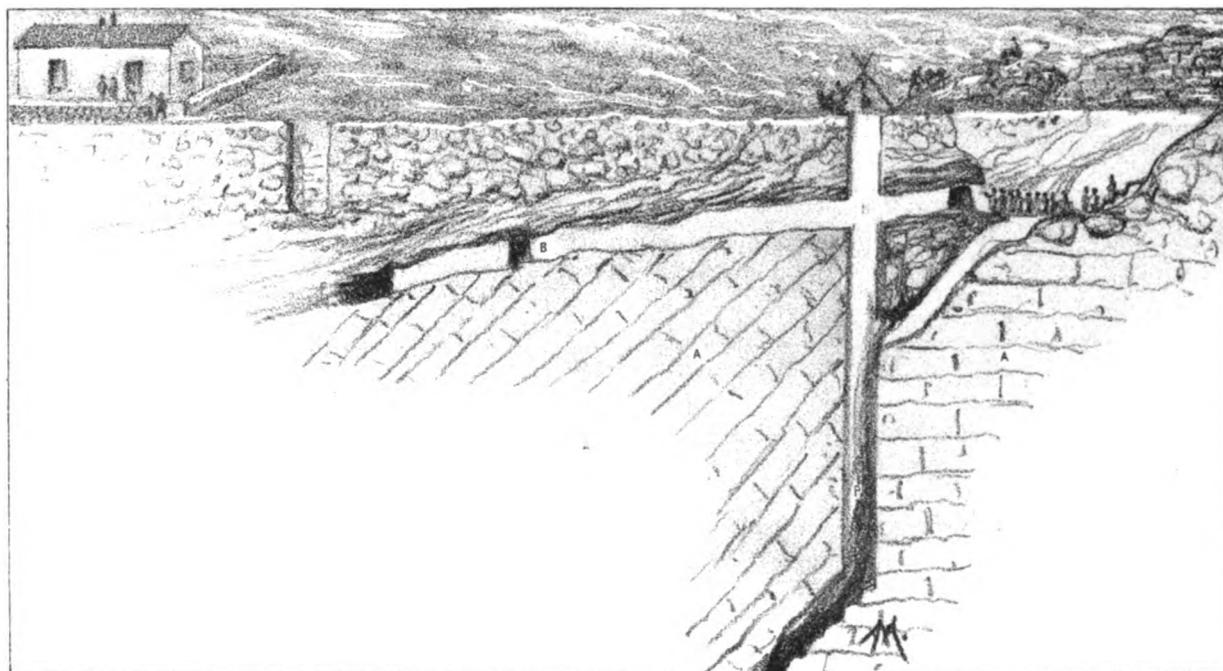


Fig. 1.

Bois de Cerf. Cervus Martialis. (P. Gerv.) $\frac{1}{6}$ de Grandeur

Fig. 4.



Mine de fer de la Gardiole. Puits d'exploitation.

A. Oxfordien. B. Galeries. F. Fer.

	Part. moyenne du filon.	Partie infér. du filon.	Hémat. brune de la roche.	Partie cristallisée.
Fer pur.....	54,21	55,66	61,35	53,52
Oxygène.....	21,39	23,14	23,55	22,38
Alumine.....	1,40	1,70	1,80	1,30
Magnésie.....	0,30	traces	traces	traces
Chaux.....	traces	traces	traces	5,00
Silice.....	10,10	5,30	1,60	2,80
Eau et traces d'acide carbon.	12,60	14,20	11,70	15,00
	100,00	100,00	100,00	100,00

Dans tous les minerais, dit M. Jacquelain, il existe un peu de fer à l'état de protoxyde; aussi le fer converti en totalité en sesquioxyde donne-t-il un chiffre qu'il convient d'indiquer à part; ainsi :

Sesquioxyde de fer = | 78,2 | 80,3 | 88,5 | 77,2

Deux diagrammes relatifs à la mine, (*Pl. X, fig. 4*, et *Pl. XIII, fig. 4*) représentent les relations du fer avec la roche encaissante : on le voit, figuré par la partie plus noire, envelopper des fragments de calcaire oxfordien représentés par une teinte plus claire, et sur d'autres points, s'insinuer dans les moindres interstices des couches, et s'épaissir dans les mèats plus larges; ce qui, joint aux preuves tirées de ses caractères physiques, établit d'une manière irréfutable son origine aqueuse.

Le puits principal a 35 mètres de profondeur; trois autres puits varient entre 12 et 18 mètres : les galeries creusées à 15 ou 18 mètres au-dessous du niveau du sol, dans l'épaisseur même du minerai, atteignent actuellement une longueur de 200 mètres sur une largeur moyenne de 1^m,75 et une hauteur de 2^m,25.

Une analyse plus récente, faite à Bessèges, donne pour la composition du minerai en masse et du menu les chiffres suivants :

	Minerai en masse.	Menu.
Perte par calcination.....	15,04	15,25
— silice.....	5,50	10,00
— chaux.....	1,15	0,50
— alumine.....	3,10	4,30
— oxyde de fer.....	71,30	70,15
	<hr/>	<hr/>
	100	100
Fer..... =	52,72	49,10

Un fait intéressant est fourni par la présence, à une très-petite distance de la mine, d'un filon d'argile ferrugineuse pénétrée de fer pisolithique, en tous points identique à l'argile qui s'est épanchée sur une si large surface à Villeveyrac. C'est un minerai qui par sa quantité d'alumine rappelle celui qu'on exploite près des Beaux pour en extraire l'aluminium, et qu'on appelle beaucite.

Analyse faite à Bessèges.

Silice.....	31,70
Chaux.....	2,01
Alumine.....	23,70
Oxyde de fer.....	31,50
Eau.....	11,70

Les conditions du gisement confirment la non-contemporanéité du minerai et des couches qui le renferment, établie déjà pour le minerai analogue de Villeveyrac.

Notre Carte au 1/560000 est un essai tout nouveau de lithochromie fait dans les ateliers de MM. BOEHM ET FILS. Nous remercions M. le Directeur et tout le personnel des ateliers pour le soin qu'ils ont apporté à ce travail. Quelques défauts de l'outillage n'ont pas permis d'atteindre à un repérage parfait; on se garantira facilement des erreurs qui pourraient provenir des bavures, en les relevant par avance par un simple coup d'œil jeté sur la légende, où se sont nécessairement reproduits les empiétements d'une couleur sur l'autre.

Nous avons (pag. 208) annoncé l'intention de faire suivre notre compte-rendu d'un appendice destiné à donner l'explication des mots techniques; la longueur de notre Mémoire nous a engagé à réserver exclusivement pour notre tirage à part ce vocabulaire, d'ailleurs inutile pour les lecteurs de nos *Fascicules*.



NOTE

SUR

La préparation de l'Acide citrique avec les fruits du Grenadier

Par M. LALLEMAND.

L'acide citrique à l'état libre se trouve, comme on sait, en abondance dans la pulpe de certains fruits : les citrons, les oranges, les cédrats, les groseilles, les framboises et beaucoup d'autres fruits charnus, lui doivent leur acidité ; et c'est habituellement avec les citrons et les groseilles à maquereau qu'on le prépare pour les besoins de l'industrie et de l'économie domestique.

Jusqu'à ce jour, on n'avait pas signalé sa présence dans les fruits du Grenadier. Cet arbuste, très-commun dans la zone méditerranéenne, est regardé par les botanistes comme le type unique d'une famille végétale, la famille des Granatées. Ses affinités le rapprochent des Pomacées, dont il faisait autrefois partie, et des Myrtacées, dans laquelle le placent aussi quelques auteurs ; son fruit cloisonné est rempli de graines entourées d'un péricarpe succulent. L'enveloppe charnue de la graine est regardée par les botanistes comme une arille ayant pris un accroissement anormal. Quoi qu'il en soit, le suc acide qu'elle renferme doit son acidité à la présence de l'acide citrique qui s'y trouve à l'état de liberté. Ce suc obtenu par expression et clarifié avec de l'albumine peut être neutralisé avec du carbonate de chaux ou précipité par l'acétate de plomb ; le citrate de chaux ou de plomb traité par l'acide sulfurique donne une solution d'acide citrique qui cristallise par refroidissement, après avoir été suffisamment évaporée.

La préparation de cet acide a été pour moi l'occasion de quelques remarques qu'il n'est pas inutile de signaler. Après avoir obtenu avec le suc de grenades une solution concentrée et sirupeuse d'acide citrique dont j'ignorais

encore la nature, j'ai pu conserver cette solution pendant plusieurs semaines sans la voir cristalliser. Ce n'est qu'après avoir introduit dans mon laboratoire quelques cristaux d'acide citrique dont j'ai étudié les réactions pour les comparer à celles de l'acide auquel j'avais affaire, que j'ai vu la même solution à un degré de concentration moindre, cristalliser immédiatement. Ce fait vient à l'appui des expériences de M. Gernez sur la solidification des solutions sursaturées et des corps maintenus liquides à une température inférieure à celle de leur point de fusion. Quelques parcelles impondérables d'acide citrique répandues dans l'atmosphère du laboratoire ont suffi pour provoquer la cristallisation d'une solution sursaturée.

L'examen de quelques citrates m'a conduit aussi à reconnaître quelques erreurs d'observation consignées dans tous les livres. Le citrate neutre de chaux n'est pas, comme on l'affirme, plus soluble à froid qu'à chaud; il en est de même du citrate neutre de baryte; ce dernier sel est au contraire plus soluble à chaud qu'à froid, et j'ai pu l'obtenir pur et cristallisé en petits prismes microscopiques, par refroidissement d'une solution saturée à l'ébullition. On a pu être conduit à une conclusion erronée à cet égard, parce qu'un citrate soluble ne précipite pas immédiatement à froid les sels de chaux ou de baryte, il faut attendre quelquefois plusieurs jours avant que la précipitation soit complète; il n'en est pas de même quand on porte à l'ébullition le mélange des deux sels, dans ce cas la précipitation est instantanée.

Les fruits du Grenadier renferment une forte proportion d'acide citrique, comparable à celle des citrons et des groseilles. On pourrait, à l'occasion, puiser à cette source pour la préparation d'un acide que la teinture et l'économie domestique emploient très-fréquemment. J'ai pu extraire d'une douzaine de grenades environ 70 grammes d'acide pur et cristallisé.



DESCRIPTION

D'UN

Nouveau Thermométrographe à maxima et à minima

Par M. LALLEMAND.

Tous les météorologistes reconnaissent aujourd'hui l'importance d'une détermination précise des températures extrêmes du jour. C'est l'élément le plus indispensable dans l'appréciation climatologique d'une région, et l'on a imaginé un grand nombre de thermomètres indicateurs plus ou moins ingénieux, qui pour des motifs divers ont été successivement abandonnés. La plupart des observateurs en sont revenus au thermomètre à alcool et à index mobile de Rutherford pour la température minima ; il fonctionne d'habitude avec une grande régularité, et sous ce rapport peut être regardé comme un bon instrument. Il présente toutefois l'inconvénient de ne pas s'accorder avec le thermomètre à mercure, excepté aux deux points fixes qu'on a choisis. Les constructeurs prennent ordinairement comme points de repère zéro et 20°. Entre ces deux limites, le thermomètre de Rutherford indique une température trop basse ; en deçà et au-delà, une température trop élevée. Ajoutons que cet instrument est bien moins sensible que le thermomètre à mercure, et se met très-lentement en équilibre de température avec le milieu ambiant.

Le thermomètre à maxima, auquel on s'est arrêté, n'est autre chose qu'un thermomètre à mercure, à colonne rompue par l'interposition d'une bulle d'air, ou bien entièrement vide d'air et présentant près du réservoir un étranglement sinueux qui détermine la disjonction de la colonne mercurielle, lorsque, la température venant à baisser, le mercure tend à rentrer dans le réservoir. Il est rare que des instruments de cette nature fonctionnent avec régularité, et lorsque cela a lieu, c'est accidentellement et par un hasard que toute l'habileté du constructeur ne saurait maîtriser ; un bon thermomètre à maxima est encore un desideratum pour les météorologistes.

Le thermométrographe dont je fais usage depuis quelques mois, est un thermomètre à mercure dont la tige est recourbée de manière à présenter deux parties égales, horizontales et parallèles. Le mercure qui, à la température moyenne de 10 à 15°, remplit une moitié de la branche qui fait suite au réservoir, est surmonté d'une colonne d'alcool qui s'étend jusque vers le milieu de la seconde branche. Deux index de verre coloré, semblables à ceux du thermomètre de Rutherford, flottent dans l'alcool, et lorsqu'on incline l'instrument du côté du réservoir, l'un de ces index vient au contact du mercure, tandis que l'autre est arrêté par le ménisque qui termine la colonne alcoolique. L'instrument étant alors ramené à la position horizontale, est disposé pour l'expérience et l'observation. La température venant à s'abaisser, l'index en contact avec le ménisque alcoolique est entraîné et indique le minima. Si la température s'élève, le mercure chasse l'autre index et le laisse au point où il l'a amené, lorsqu'il vient ensuite à se contracter. Une simple inclinaison de l'instrument rétablit la position initiale des deux indicateurs. Un thermométrographe construit de la sorte et mis en œuvre depuis quelques mois, marche avec une régularité parfaite. Il exige d'ailleurs une double graduation : l'une pour le sommet de la colonne mercurielle, l'autre pour l'extrémité de la colonne alcoolique.

Cet instrument est susceptible d'une simplification dont les météorologistes voyageurs comprendront l'utilité. Tel que je viens de le décrire, il exige quelques précautions pour être transporté, et si les secousses du voyage provoquent la disjonction de la colonne mercurielle ou alcoolique, il ne sera pas toujours facile de rétablir la continuité. Laissons alors la tige du thermomètre droite, et faisons suivre la colonne de mercure d'une colonne d'alcool d'une longueur suffisante, dans laquelle flottera un seul index de verre coloré. Suivant qu'on mettra cet index en contact avec le mercure ou avec le ménisque qui termine l'alcool, l'instrument fonctionnera comme thermomètre à maxima ou à minima. Il exigera alors deux observations par vingt-quatre heures; ou bien, si l'on veut éviter cet inconvénient, il faudra mettre en œuvre deux thermomètres identiques à celui que je viens de décrire. Avec cette disposition bien simple, on n'a plus à craindre la séparation des filets capillaires du mercure ou de l'alcool; un mouvement de fronde rétablit le thermomètre dans toute son intégrité.



SUR

Un Aspirateur pneumatique à Mercure,

Par M. A. LALLEMAND.

On utilise souvent en physique le vide barométrique, pour obtenir dans un tube ou un petit réservoir une raréfaction aussi complète que possible. Divers expérimentateurs ont imaginé des appareils dans lesquels l'écoulement du mercure, au sein d'un réservoir fermé supérieurement, joue le rôle du piston de la machine pneumatique. L'instrument dont je vais donner la description, et que j'ai fait fonctionner il y a déjà huit ans devant mes auditeurs, est aussi fondé sur l'écoulement du mercure. Il est d'une manipulation facile et peut se substituer avec avantage à la pompe pneumatique employée par les chimistes. Ajoutons cependant qu'il n'est applicable qu'au cas où le réservoir qu'on veut purger d'air est d'une petite capacité.

Sa construction est basée sur ce phénomène d'aspiration bien connu, que détermine l'écoulement d'un liquide dans un tube qui communique par une petite ouverture voisine de l'orifice, soit avec l'atmosphère, soit avec un réservoir fermé renfermant un gaz. L'air ou le gaz est aspiré et entraîné par le liquide dans le tube d'écoulement. Naguère encore, cette aspiration n'était utilisée que pour comprimer l'air aspiré. C'est le cas de la trompe des forges catalanes, dont l'usage s'est aujourd'hui répandu dans les laboratoires. Si le liquide en s'écoulant aspire le gaz dans une atmosphère confinée, il y détermine une diminution de force élastique qui dépend de la longueur du tube d'écoulement et de la densité du liquide. En opérant avec le mercure, on peut, avec une faible hauteur de chute, produire une raréfaction indéfinie qui permet d'obtenir un vide bien plus complet que celui des meilleures machines pneumatiques.

L'aspirateur à mercure que construit M. Golaz, d'après mes indications, se compose (*Pl. XIV, fig. 5*), d'un large entonnoir en verre E, mastiqué dans une douille en fer portant un robinet d'écoulement R. La douille, dans la partie qui porte le robinet, est percée d'un canal étroit débouchant dans une portion plus large. Un tube de verre ou de cristal, de 1 mètre de long, et dont le diamètre

intérieur ne doit pas dépasser 2 millimètres, CD, est mastiqué à la partie inférieure de la douille, et constitue le tube aspirateur. La douille communique latéralement par une ouverture très-étroite I, avec un tube en fer CK, et au moyen de ce tube, avec le réservoir où l'on veut faire le vide. Un baromètre tronqué B, destiné à mesurer le degré de raréfaction, et un robinet à trois voies V, qui au moyen de la tubulure F permet d'établir la communication entre le réservoir ajusté en K et un appareil de dessiccation ou un gazomètre, complètent l'appareil.

Pour mettre en jeu cet aspirateur, on met en communication l'intérieur de la douille avec le réservoir où l'on veut faire le vide, en ouvrant le robinet V : l'entonnoir en verre étant rempli de mercure, on ouvre le robinet R. Le filet de mercure qui s'écoule, s'engage dans le tube de verre, en petites colonnes cylindriques séparées par des bulles d'air aspiré à l'orifice I du tube latéral. Cet air est entraîné par le mercure jusqu'à l'extrémité du tube d'écoulement, où l'on peut au besoin le recueillir. L'aspiration persiste d'ailleurs pendant toute la durée de l'écoulement. En fermant le robinet R, on arrête à volonté l'aspiration, et le mercure reste suspendu dans le tube de verre, à une hauteur qui permet de mesurer le degré de raréfaction obtenu, ce qui dispenserait au besoin du manomètre barométrique et simplifierait l'instrument. Le mercure écoulé est recueilli dans une cuve en fonte munie d'un robinet, et versé de nouveau dans l'entonnoir ; de telle sorte qu'avec une petite quantité de liquide et une manœuvre bien simple, on continue indéfiniment l'aspiration. La raréfaction produite dans ces conditions est telle, que non-seulement l'air le plus raréfié, mais encore la vapeur d'un liquide est entraînée par le mercure et condensée dans le tube d'écoulement. Avec des réservoirs d'une capacité inférieure à un quart de litre, on arrive en moins d'un quart d'heure à un degré de vide de 1 millimètre.

L'aspirateur, fixé sur un support en bois, est toujours prêt pour l'expérience et n'exige d'autre précaution que l'emploi d'un mercure bien propre, débarrassé de l'oxyde ou des métaux qui le rendent pâteux et adhérent au verre. La modicité de son prix le rend préférable, dans certains cas, aux machines pneumatiques à mercure dont on se sert aujourd'hui. Il est surtout avantageux, quand on veut faire le vide dans un tube à analyses obstrué de matières pulvérulentes, et dans lequel le mouvement des gaz ne s'opère qu'avec lenteur. On évite les projections qui résultent d'une variation de pression trop brusque que détermine quelquefois la manœuvre du piston d'une pompe.

RÉSUMÉ
DES
OBSERVATIONS DES ORAGES
DANS LE DÉPARTEMENT DE L'HÉRAULT,
PENDANT LES ANNÉES 1866, 1867 ET 1868,

Par M. E. DIACON.

Depuis quelque temps la météorologie est entrée dans une voie nouvelle ; aux observations isolées dont la science était redevable à quelques hommes dévoués, tend de plus en plus à se substituer l'étude simultanée des grands phénomènes atmosphériques faite par un grand nombre de personnes disséminées sur de vastes espaces. C'est à ce mouvement, dont l'initiative revient, en France, à M. le sénateur Le Verrier, que se rattache la création des Commissions météorologiques départementales. Réunir et dépouiller les observations faites par les personnes qui ont bien voulu prêter leur concours à l'étude des orages, et transmettre le résultat de leur examen à l'Observatoire impérial, où les documents envoyés de chaque département sont l'objet d'un travail d'ensemble, tel est le rôle de ces Commissions. C'est avec ces données fournies par un nombre immense d'observateurs, que l'on a pu dresser les Cartes des orages contenus dans les Atlas publiés en 1865, 1866, 1867 et 1868, par l'Observatoire impérial. Les travaux des Commissions et de leurs correspondants cantonaux étaient d'abord bornés à l'étude des orages ; ils tendent aujourd'hui à s'étendre. C'est

ainsi, par exemple, que des observations pluviométriques se font déjà régulièrement dans un assez grand nombre de localités.

La Commission météorologique de l'Hérault¹ possède aujourd'hui les observations recueillies pendant trois années consécutives; quoique ce laps de temps soit trop court pour qu'il soit permis d'en induire quelque chose de bien certain sur le régime des orages dans notre département, elle a pensé que les résultats déjà obtenus sont assez importants pour intéresser au moins notre région, et que le moment était venu de les faire connaître.

Le nombre des orages observés en 1866 est de 39, en 1867 de 38, et en 1868 de 42; il a donc peu varié pendant ces trois années.

Le tableau suivant indique comment ils se sont répartis dans les différents mois de l'année.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	
1866	1	1	3	5	6	6	1	6	7	3	—	—	39
1867	1	2	5	—	7	4	7	7	3	1	1	—	38
1868	—	—	—	1	9	5	7	6	11	2	—	1	42

La *fig. 1*, Pl. XIV, dans laquelle la longueur des lignes verticales est proportionnelle au nombre des orages observés dans le mois dont l'initiale est inscrite à l'origine de chacune de ces lignes sur l'axe JD, montre qu'il y a chaque année au moins deux *maxima*; l'un paraît correspondre au mois de mai, l'autre au mois d'août ou de septembre. Leur fréquence est évidemment moindre à la fin de l'automne et pendant l'hiver, et plus grande dans l'été. Si l'on distribue, en effet, les orages par saisons et non plus par mois, on obtient les nombres suivants :

En 1866 : Hiver, 5; | Printemps, 16; | Été, 11; | Automne, 7;
 1867 : — 6 | — 9 | — 21 | — 2
 1868 : — 0 | — 11 | — 27 | — 4

Total des 3 ann.: Hiver, 11; | Printemps, 36; | Été, 59; | Automne, 13.

¹ Elle est aujourd'hui composée de MM. Martins, professeur à la Faculté de médecine, président; Roche et Lallemand, professeurs à la Faculté des sciences; Diacon, professeur à l'École supérieure de pharmacie, secrétaire.

Tous ces orages n'ont pas intéressé le département entier; un assez grand nombre n'a été au contraire ressenti que dans quelques localités ; le nombre de ces orages partiels est en effet de 27 en 1866, de 50 en 1867 et de 25 en 1868. Ce sont eux qui règnent surtout en hiver et en automne : sur 24 orages observés pendant ces deux saisons dans la période de trois années, 19 en effet ont été partiels, tandis que sur les 95 orages constatés dans le printemps et l'été de ces mêmes années, il n'y en a eu que 61.

Les orages qui n'ont sévi que sur une étendue restreinte de l'Hérault sont-ils, au moins dans quelques cas , des orages isolés ? S'ils font partie d'un orage né au loin et se propageant à travers notre région, pourquoi n'ont-ils apparu que dans un bassin, tel que celui de l'Orb, par exemple ; tandis que ceux de ces météores dont l'action a été plus générale paraissent ne tenir aucun compte de la configuration du pays, au moins quant à leur direction ? Ce sont là des questions que la Commission ne pourrait se proposer d'aborder qu'autant qu'elle connaîtrait ce qui s'est passé dans les départements voisins. Ces documents n'étant pas en sa possession, nous devons nous borner à signaler, sans pouvoir en rien induire, la plus grande fréquence des orages partiels dans la moitié Est du département.

Sur les 119 orages observés pendant la période des trois années, 48, c'est-à-dire à peine un peu plus d'un tiers, ont été accompagnés de grêle, et 18, soit 1 sur 6 environ, de chute de foudre avec ou sans accident, bien qu'on n'ait compté comme orage que ceux de ces météores dans lesquels le bruit du tonnerre s'est fait distinctement entendre.

C'est surtout dans les saisons chaudes que les chutes de foudre ont été signalées : sur les 24 orages de l'hiver et de l'automne, aucun n'a été accompagné de chute de foudre; sur les 56 du printemps on en compte 5, et sur les 59 de l'été jusqu'à 15 ; la proportion, qui n'était que de un septième pendant le printemps, s'élève donc au quart dans la période des plus fortes chaleurs, pour devenir nulle dès que la température commence à s'abaisser.

Quand aux chutes de grêle, elles se distribuent tout autrement, comme le montre le tableau suivant :

Hiver, 4; | Printemps, 21; | Été, 22; | Automne, 1.

Elles sont donc bien plus rares en hiver et surtout en automne que dans les autres saisons. Si on compare ces chiffres avec ceux qui indiquent le nombre total des orages observés pendant les mêmes périodes, on trouve que sur 12 orages pris dans chaque saison, 4 en hiver, 7 au printemps, 4 en été et 1 seulement en automne, sont des orages à grêle. Les orages du printemps sont donc ceux qui ont été le plus souvent accompagnés de chute de grêle, et si la fréquence de ce fâcheux météore est aussi grande pendant l'été, c'est que les orages ont été bien plus nombreux.

Il serait désirable que l'étude des orages à grêle fût faite d'une manière plus complète. Si la configuration du sol a une influence sur la direction de l'orage, il est en effet rationnel de penser qu'elle peut intervenir dans les causes qui déterminent la chute de la grêle. La connaissance des points le plus souvent frappés, suivant la direction de l'orage, pourrait donc conduire à des données qui intéresseraient à la fois et la science et l'agriculture. Mais pour aborder une pareille étude, la Commission aurait besoin de recevoir sur ce sujet des renseignements plus nombreux, ce qui ne pourrait avoir lieu que si le nombre des observateurs, au moins sous ce rapport, était considérablement augmenté.

Les observations pluviométriques dont les résultats peuvent fournir des données au moins aussi intéressantes, sont le sujet des préoccupations de la Commission. Elle cherche, en effet, à créer dans le département un réseau d'observations udométriques; mais les faibles ressources dont elle dispose ne lui ayant permis jusqu'à présent de confier des pluviomètres qu'à un nombre très-restreint de ses correspondants, les résultats obtenus ne peuvent encore donner lieu à une discussion de quelque valeur.

L'observation simultanée des orages nous a fourni, au contraire, un assez grand nombre de documents pour que nous ayons pu les étudier au point de vue de leur direction de propagation. En indiquant la direction de l'orage par le point de l'horizon vers lequel il a paru se propager, on peut distribuer les 119 orages observés de la manière suivante :

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SE.	E.	NE.
1866	4	3	1	1	1	8	12	9
1867	0	4	2	0	3	11	11	7
1868	2	2	2	1	8	11	9	7

En portant ces nombres, à partir d'un centre commun, dans chacun des azimuths indiqués et joignant par un trait continu l'extrémité des lignes ainsi déterminées, on obtient des courbes fermées dont l'aspect permet de juger rapidement quelle est la direction qui a été le plus habituellement suivie par les orages. La comparaison des figures 2, 3 et 4 (*Pl. XIV*), relatives aux différentes années d'observation, montre bien que la grande majorité des orages traverse notre département en se dirigeant vers les points de l'horizon compris entre le N.E. et le S.E., et plus de la moitié dans une direction limitée entre l'E. et le S.E. Elles nous indiquent en outre qu'il paraît y avoir sous ce rapport peu de variations d'une année à l'autre.

Un petit nombre d'observations suffisent pour reconnaître le sens dans lequel s'est propagé un orage; aussi a-t-il été possible de le déterminer pour tous ceux qui ont été signalés avec une exactitude suffisante. Mais ce n'est que rarement que l'on peut dresser la carte complète de l'orage et se rendre bien compte de sa marche. Il faut en effet, dans ce cas, avoir à sa disposition un assez grand nombre d'observations pour qu'elles puissent se contrôler les unes les autres, et rendre insensibles les erreurs inévitables dans l'appréciation de la direction et des heures indiquées pour le commencement et la fin du phénomène. Ce n'est même qu'en prenant des moyennes entre les données de chaque observation que l'on peut arriver à quelque chose de suffisamment concordant. Malgré ces difficultés, la marche de plusieurs orages a pu être déterminée. Nous donnons (*Pl. XV*), la carte du deuxième orage du 23 juin 1868, dont les effets ont été si désastreux sur une partie de notre département.

Il avait été précédé par deux orages dont la direction différait peu de celle qu'il a lui-même suivie, et qui avaient régné sur l'Hérault, le premier, le 22, de 8^h du soir à minuit et demi environ; le second, le 23, de 4^h à 9^h et demie du matin. Dans l'intervalle, de gros nuages remontaient de la mer, se dirigeant vers le N.O.; mais au moment où allait éclater l'orage, l'horizon se chargeait de plus en plus dans cette direction de nouveaux nuages marchant à peu près en sens inverse. La quantité d'eau tombée dans certaines localités a été très-considérable; d'après M. Tarral, instituteur à Salasc, pendant une heure et demie environ qu'a duré l'orage, on a recueilli 10^{cm} d'eau, et 23^{cm} pour les trois orages qui se sont succédé à si court inter-

valle. M. Mestre , de Villeneuve , accuse une quantité plus considérable encore : pour la demi-heure correspondant au moment de la plus grande intensité de l'orage, son pluviomètre a indiqué 44^{cm}. De telles quantités d'eau tombant sur un sol déjà imprégné par les pluies précédentes, expliquent trop facilement la violence de l'inondation qui a été la conséquence de l'orage dans les territoires voisins de Clermont. Si l'on ajoute que cette pluie exceptionnelle a été accompagnée pendant plus d'un quart d'heure d'une chute de grêle, qualifiée d'écrasante par quelques observateurs, on comprend de quels désastres ont dû être suivis de pareils phénomènes atmosphériques. S'il est permis de se demander si les grands ravages exercés par cet orage dans une partie de la vallée de l'Ilérault ne sont pas dus, au moins partiellement, à des influences locales, la Carte montre bien qu'il faut aussi tenir compte d'autres causes plus générales. Cet orage, comme la plupart de ceux qui éclatent pendant les saisons chaudes, s'était manifestement dirigé du N.O. au S.E., malgré les obstacles apportés par la configuration du pays.

Si l'on examine, en effet, les Atlas publiés par l'Observatoire, on se convainc bientôt que la plupart des orages qui atteignent notre région apparaissent en France dans le golfe de Gascogne, et qu'un grand nombre, probablement sous l'influence des reliefs orographiques du pays, se divisent. Le fait est surtout manifeste pour quelques-uns, tels que l'orage du 9 mai 1865. Dans ce cas, une des parties de l'orage remontant vers le N. E., peut se propager jusqu'en Belgique et le nord de l'Allemagne ; tandis qu'une autre portion, traversant les basses Cévennes, se dirige vers les départements méditerranéens. Si ce fait ne se présente pas toujours d'une manière aussi nette, c'est que d'autres conditions, telles que la situation des courbes isobares au moment où le météore nous atteint, doivent aussi intervenir pour modifier sa route. Il ne faut donc pas accorder aux circonstances locales, les seules dont autrefois on tenait un compte trop exclusif, plus d'influence qu'elles ne peuvent en avoir sur des phénomènes qui dépendent évidemment de causes plus puissantes. Toutefois l'étude de leur action sur la direction et les autres phénomènes présentés par l'orage, ne saurait être négligé, et la Commission eût essayé de l'aborder, si elle avait eu à sa disposition les documents nécessaires, c'est-à-dire les Cartes des orages des

Fig. 1.

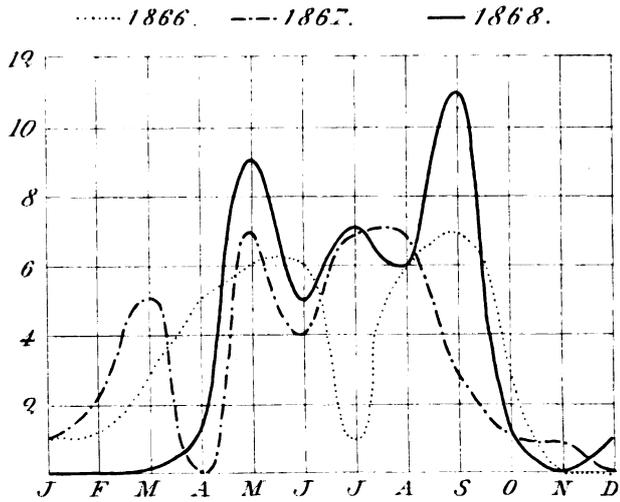


Fig. 2.-1866.

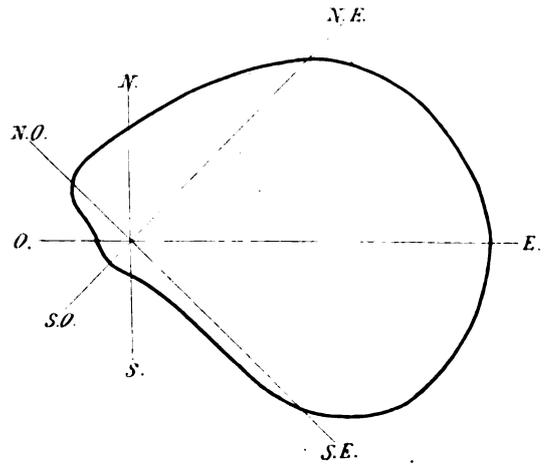


Fig. 3.-1867.

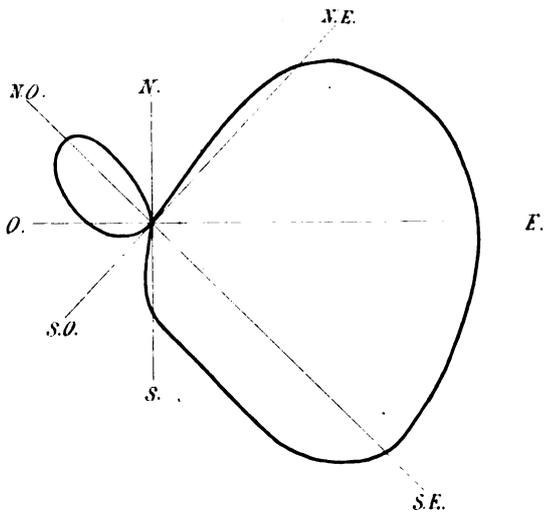
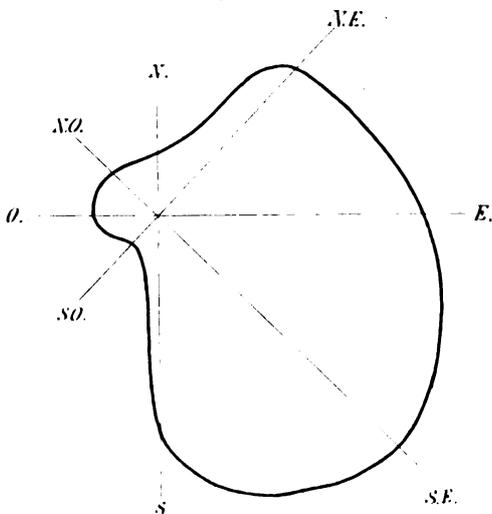
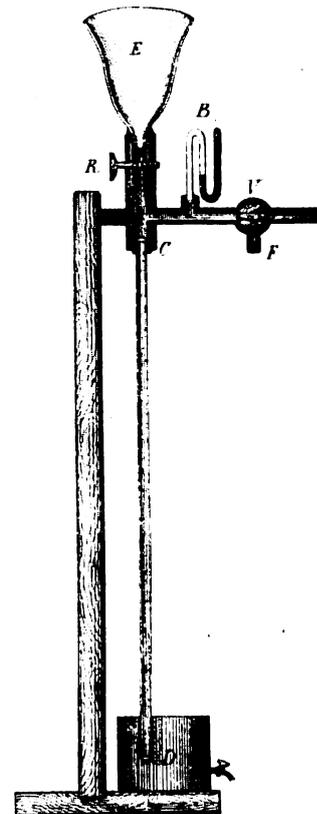
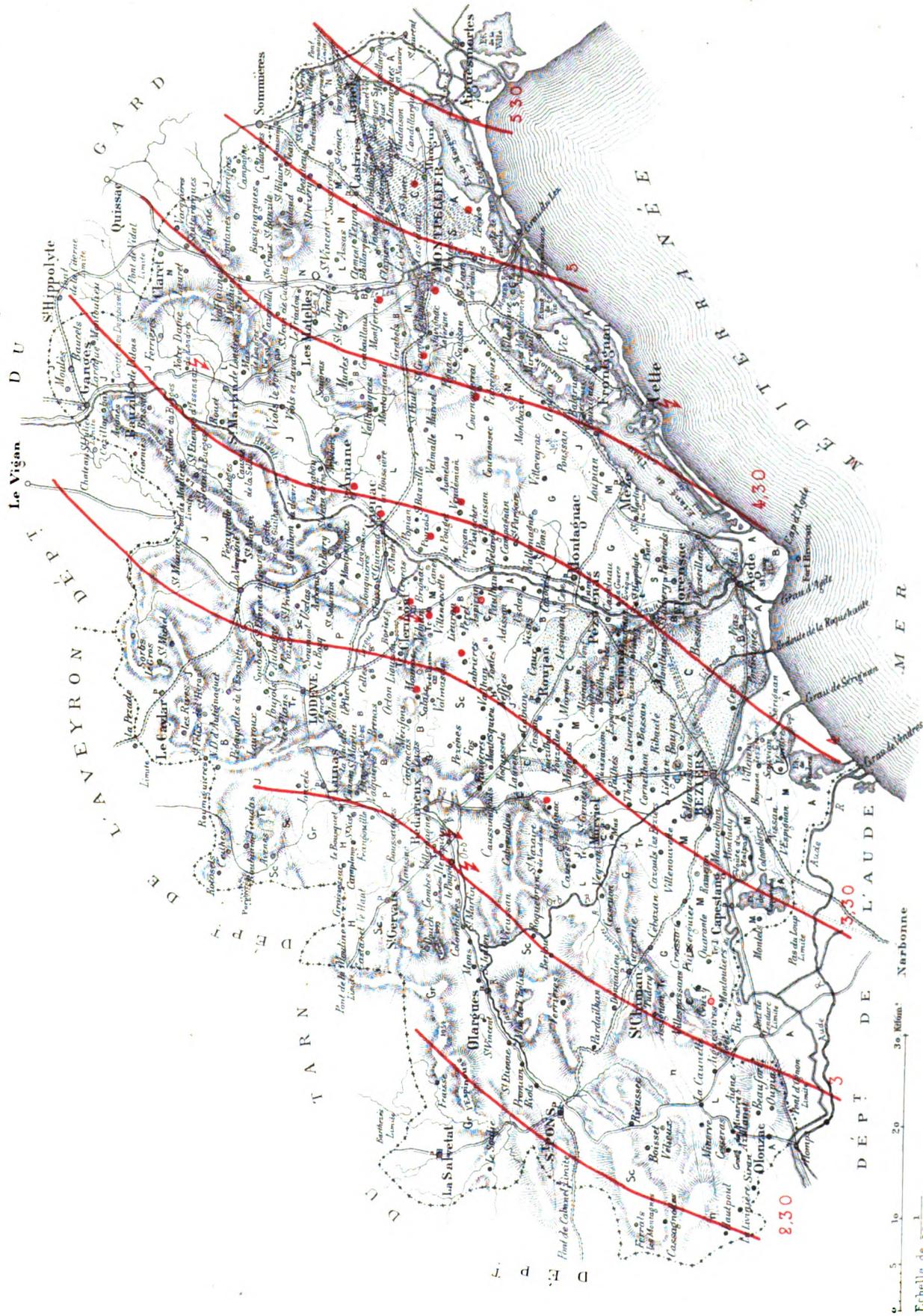


Fig. 4.-1868.



Aspirateur pneumatique à mercure,
par M. LALLEMAND.





régions voisines. Les Atlas publiés par l'Observatoire ne pourraient les remplacer pour de pareilles recherches ; ils présentent en effet le double inconvénient de ne paraître que longtemps après les observations et de ne contenir qu'une partie des orages observés en France.

EXPLICATION DES PLANCHES

PL. XIV. La *figure 1* représente la variation du nombre des orages suivant les différents mois de l'année. La courbe pointillée se rapporte à 1866, celle qui est formée par des lignes et des points à 1867, et enfin la ligne continue à 1868.

Les *figures 2, 3 et 4* donnent la fréquence des orages suivant leur direction de propagation vers les différents points de l'horizon. La *fig. 2* correspond à 1866, la *fig. 3* à 1867, la *fig. 4* à 1868.

PL. XV. Dans cette Planche, qui représente la marche du deuxième orage du 23 août dans l'Hérault, les courbes indiquent les différents points du département qui étaient sous l'influence de l'orage au même moment ; elles correspondent au milieu de l'orage. Les chutes de foudre sont indiquées par une ligne en zig-zag terminée par une flèche ; les lieux où les dégâts ont été causés par la grêle, par des cercles pleins ; et ceux où ils ont été produits par la pluie seule, par des circonférences avec un point central.



ÉTUDE ANATOMIQUE
DE
QUELQUES GRAMINÉES

ET EN PARTICULIER

DES **AGROPYRUM** DE L'HÉRAULT,

Par M. J. DUVAL-JOUVE.

PREMIÈRE PARTIE

ANATOMIE.

1. STRUCTURE ANATOMIQUE DES ENTRENOEUDS DES CHAUMES.

Je ne crois pas que jusqu'à ce jour on ait eu recours, pour la distinction spécifique des Graminées, à l'examen des caractères anatomiques fournis par les chaumes, par les feuilles et par les rhizomes. Les seules différences tirées de ces parties se rapportaient à la dimension, à la direction ou au *vestmentum*.

Il me semble encore que, si les botanistes descripteurs ont détourné les yeux des caractères différentiels si importants que fournit la disposition des éléments constitutifs, c'est moins à cause de l'embarras dû à l'emploi du microscope dans la recherche ou la vérification de ces caractères, que parce que les ouvrages classiques d'agrostographie paraissent avoir attribué aux Graminées une organisation anatomique uniforme. Ainsi, Palisot de Beauvois s'est exprimé de manière à faire croire à une uniformité absolue dans l'organisation du chaume, dans celle du limbe des feuilles, et dans celle des

rhizomes ; et ce qu'il en dit est de nature à jeter dans les plus fâcheuses erreurs. J'en citerai un exemple qui me servira d'entrée en matière.

Cet auteur, voulant interpréter certaines apparences observées par lui dans les tissus des Graminées, et représentées assez fidèlement dans sa planche II, fig. 7 et surtout fig. 10, le fit dans les termes suivants : « Je terminerai par un fait qu'il me paraît important de consigner, pour éviter aux physiologistes de tomber dans une de ces erreurs trop communes, lorsqu'il s'agit d'observations aussi délicates que celles faites au microscope. Jaloux de vérifier si, comme on me l'avait assuré, les Graminées sont privées de trachées, j'ai coupé dans tous les sens plusieurs chaumes de différentes espèces ; et des lames fort minces m'ont constamment offert une organisation tout à fait extraordinaire. Le tube le plus gros paraissait contenir des espèces de diaphragmes ovales à double membrane, mais irrégulièrement placés à des distances inégales : les uns fixes dans une position horizontale, d'autres situés obliquement, et d'autres tout à fait libres et posés verticalement comme on les voit pl. II, fig. 10. Quelque raison que j'eusse de croire qu'une telle organisation n'était pas naturelle, elle s'est représentée tant de fois la même, que je commençais à me le persuader. Cependant, je renouvelai l'observation avec des parcelles de chaumes du *Saccharum spontaneum*, choisi de préférence, en raison de sa solidité. Je trouvai le même résultat, excepté à l'extrémité de la lame, où j'aperçus les restes d'une trachée déroulée. Je songeai alors qu'en coupant cette lame avec un instrument très-fin et très-tranchant, une lancette, j'en avais séparé l'extrémité seulement pour la détacher ensuite entièrement ; je ne doutai point que le frottement de l'instrument sur un objet aussi mince et aussi friable n'eût occasionné, dans les premières observations, le dérangement que j'avais toujours aperçu. Je la répétai donc, me me servant de la lancette que pour détacher les lames et me donner la facilité de les arracher. Depuis, j'ai toujours reconnu dans les trachées l'organisation parfaite et régulière, telle qu'elle est représentée pl. II, fig. 7, e ». *Agrost.*, pag. xvj et xvij. Et aussi, dans son *Explication des figures* placée en tête de l'atlas, il dit : « Fig. 7. e, trachées les plus grosses ou fausses trachées ; — fig. 10, trachées e de la fig. 7, déchirées et altérées par l'instrument tranchant employé pour détacher une lame mince », pag. 2. — Malgré le peu de clarté du premier texte, et l'obscurité causée par le mot

trachée, pris avec Mirbel (*Trait. d'anat. vég.*, I, pag. 64 et *Exp. théor. de l'org. vég.*, pag. 199 et suiv.), dans une acception qui n'est plus usitée aujourd'hui, les expressions et les figures permettent de comprendre que l'auteur avait eu sous les yeux de gros vaisseaux annulaires et spiro-annulaires; mais que, cédant à l'autorité de Mirbel, qui n'admettait, à cette époque du moins, l'existence « ni de fentes complètes dans les fausses trachées, ni d'anneaux se détachant du reste du tissu » (*Trait. d'anat. vég.*, I, pag. 567), ni par conséquent « de tubes formés d'anneaux placés les uns au-dessus des autres (o. c. I, pag. 64), il avait cru y voir des trachées et des fausses trachées brisées et dérangées par l'instrument tranchant ¹.

Link s'exprime ainsi qu'il suit à ce sujet : « *Vasa annularia e tubulorum annulis integris constant membrana connexis. Primus vidit Babel (Sprengel) in dissertatione De Graminum fabrica (Halæ 1805) et tab. fig. 2, b, exposuit. Tum descripsit Bernhardi.... Male exposuit, et quæ de his disputata erant inter Germanos plane ignoravit Palisot de Beauvois Ess. d'Agrost. Paris 1812, pag. xvj., tab. II, fig. 10* » (*El. phil. bot.*, pag. 98 et 99). En recourant à la thèse de Babel, on y trouve simplement la mention d'anneaux, *circelli*, qui selon lui proviennent de la rupture du fil spiralé des trachées due à une trop grande rapidité d'accroissement : « hanc solutorum circellorum formam a celeriori incremento productum esse credibile est » (pag. 21 et 22), et rien qui explique les apparences qui avaient embarrassé Palisot de Beauvois. En consultant également les auteurs que cite Link sur l'histoire des vaisseaux annulaires, on ne trouve rien qui eût pu faire comprendre à Beauvois les diverses positions prises par ses « diaphragmes ovales, à double membrane »; car à l'époque où il publia son *Agrostographie*, n'avaient pas encore paru les travaux qui valurent si justement à Moldenhawer le titre de « *sedulus Zeæ Māidis perscrutator* » (Focke ; *De resp. veg.*, pag. 13).

Link, qui traite si rudement l'agrostographe français, publia en 1831 un mémoire tout spécial, *De structura caulis plantarum monocotylearum*, et le texte pag. 86, et les figures, pl. I, fig. 1, 2, 3, 5, qu'il consacre aux Graminées, montrent que cet auteur lui-même, si consciencieux d'ailleurs, n'avait pas vu les faits que Beauvois avait essayé d'interpréter.

¹ Mirbel a figuré les vaisseaux du Mais; *Journal de Physique*, tom. LIII, pag. 72, pl. II fig. 7. J.

Il est pourtant difficile, presque même impossible de faire des coupes d'un chaume quelconque, sans voir les apparences auxquelles se rapporte le texte cité plus haut; et, pour ma part, je les ai vues sans exception sur toutes les Graminées qu'il m'a été donné d'examiner. Aussi, bien que les savants traités qui nous ont offert dans ces derniers temps un résumé fidèle de la science, aient décrit l'organisation des tiges des monocotylédons, et la composition de leurs faisceaux fibro-vasculaires (Adr. de Jussieu, *Cours él. bot.*, pag. 68, fig. 99, 1848; A. Richard, *Précis. bot.*, pag. 67, fig. 40, 1852; Duchartre, *Él. bot.*, pag. 181 et suiv., 1867), je crois qu'il n'est pas inutile de donner quelques détails nouveaux ou plus étendus sur cette organisation dans la famille des Graminées.

Si l'on étudie sur des coupes transversales la composition des faisceaux fibro-vasculaires du chaume d'une Graminée quelconque, on remarque tout d'abord que la région médiane de chaque faisceau offre deux grandes ouvertures disposées parallèlement à la circonférence de la tige (Pl. XVI, fig. 1 et 3, *a, a'*), puis une troisième placée vers le centre (*b*), sur un rayon qui passerait entre les deux premières, de manière que celles-ci sont à la base et la troisième au sommet d'un triangle isocèle. Les deux premières, toujours très-apparences; sont d'égale grandeur, très-rarement une d'entre elles est divisée en deux. La troisième, bien qu'existant toujours, n'est pas toujours très-apparente; de grandeur très-variable, tantôt elle se montre avec un diamètre double de celui des autres, et tantôt elle est si réduite qu'elle exige beaucoup d'attention pour être distinguée du tissu environnant. Et, bien que ces variations soient assez généralement en rapport avec l'âge de la plante, comme nous le verrons plus loin, il n'est pas rare de les rencontrer sur les faisceaux d'une même coupe. Les faisceaux des feuilles offrent les mêmes ouvertures (Pl. XVI, fig. 7, *B, a, b*); les deux premières sont vers la face inférieure, la troisième vers la face supérieure. Mais les rhizomes des Graminées traçantes ne les présentent pas avec la même constance; quelquefois il n'existe que les deux latérales; d'autres fois, la troisième est entre les deux autres (*Arundo Donax*, etc.).

Partout où existe cette troisième ouverture, on la voit présenter de grands anneaux isolés et n'adhérant à la périphérie que par un point situé sur la moitié de l'ellipse la plus rapprochée des autres ouvertures; et une analyse,

même superficielle, permet de reconnaître que cette ouverture n'a point de parois propres et qu'elle n'est qu'une cavité aërifère, lacune ou canal creusé dans les tissus ambiants. Il n'en est point de même des deux autres, qui ont des parois propres et sont dues à la section de deux gros vaisseaux très-symétriquement placés. Nous allons les décrire avant de revenir aux anneaux isolés et comme suspendus dans la cavité ci-dessus mentionnée.

Ces deux gros vaisseaux, éléments les plus constants et les plus apparents d'un faisceau fibro-vasculaire de Graminée, ont des parois très-minces, et à certains intervalles présentent des étranglements auxquels répondent vers l'intérieur des bourrelets annulaires, tout unis, très-saillants et très-visibles sur des coupes transversales (Pl. XVI, fig. 1, *a'*) comme sur des coupes longitudinales (fig. 2, *a'*). Ces vaisseaux se montrent ainsi comme formés d'une série d'articles superposés, d'une longueur égale à trois ou quatre fois leur diamètre, représentant encore les éléments cellulaires primitifs avec des restes de leurs cloisons transversales de séparation. Les parois sont parsemées de ponctuations transversales, aréolées et de longueur variable suivant le point de l'entrecœud où on prend les vaisseaux. A l'extérieur, les parois ne sont point tout unies, mais elles offrent des faces séparées par des saillies ou crêtes longitudinales, correspondant aux lignes de jonction du tissu cellulaire contigu. Les ponctuations sont distribuées sur ces faces et correspondent par leur nombre et par leur position aux ponctuations du tissu cellulaire contigu, ce que nous avons déjà eu occasion de constater sur le tissu vasculaire des Fougères (*Bull. Soc. bot.*, tom. XIV, pag. 42). Il y en a assez ordinairement de deux à quatre rangs sur chaque face, avec un rang sous l'angle même de séparation des faces; la petite crête qui court sur chacun de ces angles produit des jeux de lumière qui en rendent les ponctuations plus saillantes, de telle sorte qu'à un faible grossissement il semble qu'il n'y ait que deux rangs parallèles de ponctuations brillantes. Le même effet se produit sur les cellules ponctuées qui entourent ces vaisseaux. Est-ce cette circonstance qui a fait illusion à Beauvois et lui a fait décrire et figurer «des tubes poreux, non pas criblés de pores en séries transversales, mais ayant deux rangées de pores perpendiculaires et parallèles» (o. c. pag. xv, pl. 2, fig. 7, *g*); «fibres percées de deux rangées parallèles de petits trous» (*Expl. des pl.*, pag. 2)? Je n'ose l'affirmer, mais je le crois; car, d'une part, Beauvois ne figure ni ne décrit

ces gros vaisseaux, les plus apparents de tous, je le répète; et, d'autre part, j'ai vainement cherché dans les tissus de l'Orge figurés par Beauvois, et dans ceux de beaucoup d'autres Graminées, des « tubes » ou « fibres » répondant aux descriptions précitées et aux figures (pl. II, fig. 7, *g*) de cet auteur¹.

Les ponctuations des deux gros vaisseaux consistent en dépressions ovales, en forme de cuvettes dont l'évasement est à la face intérieure, et qui se terminent vers la face extérieure par un fond plat, linéaire, plus étroit et plus court que la dépression intérieure; le tout simule une boutonnière brillante, à extrémités obtuses avec aréole plus sombre, laquelle est due à la divergence des rayons lumineux sur la courbure des bords de la dépression. On dirait quelquefois, après emploi d'une solution de potasse très-étendue, que la membrane du fond fait une légère saillie vers l'extérieur. Deux ou trois fois j'ai cru constater l'absence de cette membrane, mais le fait m'a paru exceptionnel, et je l'ai attribué à un déchirement occasionné par les tiraillements de l'instrument de dissection. Si on prend ces vaisseaux immédiatement au-dessus d'un nœud, on observe sur les ponctuations de notables différences; elles sont plus longues, occupent toute la largeur des faces, ou même elles deviennent confluentes et font tout le tour du vaisseau; les vaisseaux semblent alors annulaires avec des anneaux fins et contigus. Quelquefois cette longueur des ponctuations n'existe que sur un côté du vaisseau, et l'autre côté est, comme à l'ordinaire, marqué de ponctuations fines. Fréquemment alors les bourrelets de séparation des cellules primitives sont plus rapprochés, et les étranglements plus prononcés, ce qui donne aux vaisseaux une apparence moniliforme.

Ces ponctuations ne s'avancent jamais sur le bourrelet intérieur des étranglements, qui demeure constamment tout uni. Sur la plupart des coupes, on voit que les parois de chaque cellule primitive sont distinctes et séparées vers l'intérieur du bourrelet (Pl. XVI, fig. 2, *a'*); quelquefois même l'une

¹ Il est à remarquer que Beauvois qui, dans sa planche I, fig. 4, a très-bien figuré les ouvertures des faisceaux fibro-vasculaires d'un rhizome, les a représentées très-mal dans les grandes figures 6 et 7 de la planche II, et qu'il a donné aux vaisseaux annulaires une position exactement opposée à celle qu'ils occupent.

d'elles n'a pas été résorbée et se présente sous la forme d'un diaphragme mince, avec cette teinte jaunâtre propre aux tissus morts et épuisés.

Le tissu qui environne plus ou moins complètement les vaisseaux ci-dessus décrits, consiste en cellules assez longues, d'un diamètre à peine égal au quart de celui des vaisseaux, et couvertes, sur chacune de leurs faces, de punctuations correspondant, soit à celles des vaisseaux, soit à celles de cellules semblables contiguës. Ces punctuations vont souvent jusque sous les angles de séparation, et là se produisent aussi les jeux de lumière décrits plus haut. Sur une coupe transversale, ces cellules ont assez ordinairement la forme d'un hexagone allongé (Pl. XVI, fig. 4), deux grandes faces, deux moyennes et deux étroites. Leur longueur est variable, et de quatre à huit fois leur grand diamètre. Les parois transversales qui les unissent entre elles à leurs extrémités sont placées ou obliquement ou à angle droit, toujours marquées de punctuations très-grandes et très-prononcées, séparées par des bandes étroites moins colorées, et offrant l'aspect d'un damier à cases irrégulières. Il y en a le plus souvent de dix à douze très-grandes, et quelquefois un nombre beaucoup plus considérable de toutes petites presque rondes¹.

Sur les tiges pleines (*Zea*, *Erianthus*, *Sorghum*, etc.), il y a autour des vaisseaux un rang complet et, à certains points, deux rangs de ces cellules; sur les tiges creuses et plus minces, une partie seulement du pourtour des vaisseaux en est garnie. Mais, si réduite que soit la place qu'elles occupent, il y en a toujours une petite bande plate qui va d'un vaisseau à l'autre en touchant à la grande ouverture ellipsoïde à anneaux; elle ne borde pas toute cette cavité, mais seulement la moitié la plus rapprochée des gros vaisseaux. C'est, sans exception aucune, à ces cellules qu'adhèrent et sont suspendus les anneaux, et jamais aux cellules tout unies de l'autre moitié. Cette disposition fait *a priori* naître la pensée que les cellules de cette partie de l'ellipse formaient primitivement un tube cylindrique autour du gros vaisseau générateur des anneaux, puis que ce pourtour de cellules s'est brisé, s'est ouvert en avant, et ensuite étendu en demi-ellipse, à mesure que les autres cellules s'accroissaient et se séparaient, et que les parois du tube annu-

¹ Ces cellules m'ont paru être les *tubes cribreux* (*Siebroehren*) de M. Th. Hartig, ou cellules grillagées de M. H. von Mohl; mais je n'ai pu constater que les très-petits points qui parsèment les grandes punctuations fussent des ouvertures.

lifère étaient résorbées. L'étude des tissus en voie de développement confirme pleinement cette hypothèse. On voit alors les anneaux pressés contre les parois du vaisseau, puis les cellules voisines s'écartent en avant vers le centre de la tige, et à mesure les parois du vaisseau se résorbent complètement sur leur côté laissé à nu, incomplètement sur le côté qui adhère, avec les anneaux, aux cellules ponctuées; et ainsi les anneaux restent isolés et comme suspendus à ces cellules, assez fréquemment avec des lambeaux de la paroi primitive¹. Et même, dans un petit nombre de Graminées, on peut à tout âge constater la permanence, soit de l'état primitif (*Arundo Donax*, *Triticum*, *Hordeum*), soit de l'état de transition (*Arundo phragmites*). Il n'est pas rare de voir sur des coupes transversales un anneau dans lequel est étendue une membrane très-mince chargée de granulations; ce qui semble indiquer que cet anneau se trouvait à l'extrémité d'une des cellules primitives et contigu à sa cloison transversale, et que cette cloison non résorbée s'est chargée de quelques molécules échappées aux parois en voie de résorption ou de toute autre impureté. Quelquefois aussi deux de ces anneaux, assez éloignés, sont reliés entre eux par un fil spiralé de même grosseur et allant de l'un à l'autre. On ne peut pas reconnaître dans ces anneaux, dans leurs apparences variées dues à leurs diverses positions, et dans les fils spiralés, les «diaphragmes à double membrane» et les trachées de Beauvois. Je n'en parlerai donc plus.

A la région des nœuds, les tubes à anneaux sont situés presque entre les deux gros vaisseaux, et au nombre de trois ou quatre, en ligne droite et se touchant les uns les autres, tels que les a figurés Moldenhawer (*Beytr. z. Anat. d. Pflanzen*; pl. I, fig. 1 et 2); et alors il n'est pas rare qu'il y en

¹ Des lacunes analogues, avec anneaux libres et suspendus contre les parois, ont déjà été signalés par moi sur les *Equisetum* (*Hist. nat. d. Equisetum*, pag. 39, 65, etc.; pl. 5, 6, 7, etc.). J'ai trouvé dans tous les ouvrages la mention de la lacune centrale des Graminées à chaume fistuleux; mais je n'ai pu trouver celle de ces lacunes, et j'ignore si elles ont été décrites. Dans son *Mémoire sur la structure et la composition chimique de la Canne à sucre* (21 mai 1849), M. Payen a très-exactement figuré et décrit les deux gros vaisseaux ponctués, et les rapports de leurs faces avec les cellules contiguës (pag. 572, pl. I, fig. 1 et 2, a); la figure des vaisseaux annulaires est moins satisfaisante, et il n'est pas d'abord très-facile de les reconnaître, eux et leurs anneaux, sous les termes qui les désignent comme un « conduit contenant des rondelles épaisses rapprochées à des intervalles de trois ou quatre fois leur épaisseur » (pag. 572).

ait un ou deux à anneaux très-rapprochés, conservant des lambeaux de la membrane primitive, ou bien encore qui soient spiro-annulaires. Dans le diaphragme des nœuds, où les vaisseaux s'inclinent et se courbent de toute façon, on ne voit plus d'anneaux, mais seulement des vaisseaux ponctués et rayés, à articulations courtes, comme nous l'avons dit ci-dessus, pag. 314.

Un peu en arrière des deux gros vaisseaux (je veux dire vers la périphérie du chaume), et sur la ligne médiane du faisceau, se montre constamment un groupe de cellules très-longues, à parois un peu épaisses et unies, s'articulant par des surfaces horizontales et dès-lors exactement superposées en files longitudinales. Ce groupe se limite vers l'extérieur par un rang de cellules d'un plus grand diamètre (Pl. XVI, fig. 5, *m*).

Vers l'extérieur existe encore une masse de tissu parenchymateux qui rappelle tout à fait le liber de certains dicotylédons et se compose de cellules fusiformes, ou si l'on veut de fibres très-longues, très-dures et très-résistantes, à parois épaisses offrant des couches superposées et de nombreux canalicules. Une masse semblable, mais plus réduite, se montre à l'extrémité opposée vers l'intérieur et y termine également le faisceau. Dans certaines Graminées, le même tissu forme une ou deux assises sur les côtés du faisceau, vis-à-vis des gros vaisseaux. (Pl. XVI, fig. 3, *c, d, d'*). N'osant donner à ce tissu le nom déterminé de liber, je l'appellerai, à cause de sa ressemblance avec le liber, *tissu libériforme*.

Enfin, un parenchyme médullaire à cellules ponctuées¹, constitue le tissu principal dans lequel sont éparés les faisceaux ci-dessus décrits.

La composition invariable de ces faisceaux en allant vers le centre, est en résumé la suivante : 1° enveloppe de tissu libériforme plus ou moins continue et souvent réduite aux deux masses des extrémités opposées

¹ Dans son *Mémoire sur la structure et sur la composition chimique de la Canne à sucre*, M. Payen nous dit que dans la Canne à sucre les cellules médullaires ont sur leurs côtés des petites ouvertures de communication, lesquelles « manquent aux fonds représentant les deux bases du cylindre ou prisme creux que forme chaque cellule » (pag. 573). Les ponctuations que l'on observe en plus ou moins grande quantité sur le parenchyme médullaire des Graminées, ne traversent pas toujours « la double épaisseur des parois latérales », comme l'a cru l'illustre savant; et de plus elles se trouvent sur les parois transversales du parenchyme médullaire du Mais, de l'*Erianthus Ravennæ*, du *Tripsacum*, de l'*Arundo phragmites*, etc., etc.

(Pl. XVI, fig. 3, *c, c, d, d'*); 2° groupe médian de cellules longues, unies, à bases horizontales (*m*); 3° série de cellules ponctuées entourant plus ou moins complètement les éléments suivants (*o*); 4° deux gros vaisseaux ponctués disposés transversalement dans le faisceau (*a*); 5° enfin, un ou plusieurs vaisseaux annulaires, placés sur la ligne médiane un peu en avant, et dont les parois résorbées laissent le plus souvent les anneaux comme suspendus aux bords d'un canal aérifère (*b*).

Telle est dans sa généralité la structure constante d'un faisceau fibro-vasculaire de Graminée, pris à quelque distance de la périphérie du chaume; les variations qu'elle présente sur un même individu consistent en ce qu'à mesure que les faisceaux se rapprochent de la périphérie, ils perdent un peu de leur grosseur et du nombre de leurs longues cellules ponctuées, tandis que le tissu libériforme augmente considérablement; et comme, en s'approchant de la périphérie, les faisceaux se rapprochent aussi entre eux, ce tissu finit par remplacer entièrement les cellules ponctuées, le tissu médullaire, et par devenir continu au-dessous de la couche épidermique. Dans la ceinture sous-épidermique qu'il constitue, s'intercalent le plus souvent des bandes larges et plates de cellules à chlorophylle, correspondant aux stomates disposés en lignes parallèles. Souvent encore cette bande verte est elle-même plus ou moins interrompue vers son milieu par un très-petit faisceau. Les faisceaux ne sont point placés vis-à-vis de la chlorophylle et dans les rayons, mais vis-à-vis des points où le tissu libériforme s'avance jusqu'à l'épiderme, et où l'épiderme ne présente point de stomates; de même qu'aux feuilles des dicotylédons ces stomates manquent en général sur les portions de l'épiderme qui recouvrent les nervures¹. D'espèce à espèce, les différences consistent, indépendamment de la présence ou de l'absence d'une lacune centrale, soit dans la grosseur et le mode de ponctuation des cellules du tissu médullaire, soit en ce que les faisceaux sont plus ou moins rapprochés, plus ou moins symétriquement disposés vers la périphérie, et enfin en ce que le tissu libériforme se présente en masses plus ou moins volumineuses, en

¹ Il y a cependant quelques exceptions: ainsi les feuilles de Buis sont dépourvues de stomates aux points de leur épiderme inférieur correspondant aux nervures; mais l'épiderme supérieur est au contraire pourvu de nombreux stomates sur la ligne médiane précisément au-dessus de la nervure médiane.

ceinture continue ou interrompue par les bandes parallèles de cellules à chlorophylle, etc.

Et ainsi, un chaume de Graminée, fistuleux ou plein, présente invariablement, vers le dedans, un tissu médullaire dans lequel sont distribués des faisceaux fibro-vasculaires, et, sous l'épiderme, une ceinture plus ou moins large de tissu libériforme, dans lequel se pressent les mêmes faisceaux, mais plus petits, et le plus souvent des bandes de cellules à chlorophylle. Malgré cette uniformité de structure, les différences mentionnées ci-dessus, si légères qu'elles paraissent d'abord, sont d'une constance parfaite, et ne permettraient jamais, à qui les aurait attentivement constatées, de confondre le tissu d'une Graminée avec celui d'une autre, encore qu'elles soient moins saillantes que les différences fournies par les feuilles et les rhizomes, et que nous allons exposer.

2. STRUCTURE ANATOMIQUE DES FEUILLES.

La composition de la tige (chaume) étant connue, celle de la feuille l'est aussi en quelque sorte par simple conclusion, puisque nous savons que la feuille peut être conçue comme une portion du cylindre de la tige qui s'en serait détachée pour la constituer. Et cette conception, si juste partout, s'applique plus exactement encore aux Graminées qu'à toute autre famille.

Ainsi, la face inférieure de la feuille, qui semble la continuation de la surface du chaume, se compose, comme cette dernière, d'un épiderme auquel est superposé du tissu libériforme, soit continu, soit en alternance avec des bandes de cellules à chlorophylle. Au-dessus de chaque groupe du premier de ces tissus se présente invariablement un faisceau fibro-vasculaire avec le cortège plus ou moins complet et plus ou moins développé des tissus qui constituent ou enveloppent les faisceaux, et que nous avons ci-dessus décrits (Pl. XVI, fig. 7, B). S'il y a des nervures de grosseurs différentes, les faisceaux des plus petites sont simplement fibreux et sans gros vaisseaux rayés. C'est cet ensemble fibro-vasculaire qui forme la partie centrale et résistante de toute nervure. Chaque côté en est ordinairement occupé par une bande de cellules à chlorophylle qui va d'une nervure à l'autre, soit sans s'interrompre, soit avec interruption et interposition de petits faisceaux fibreux au milieu de

la masse verte. A la face supérieure s'étend la couche cellulaire épidermique qui termine cet ensemble.

Cette structure si simple, et toujours identique dans ce qu'elle a de général, est cependant susceptible d'une infinité de modifications par développement ou réduction de chacun de ses éléments constitutifs ; d'où résulte dans les détails anatomiques une variété très-considérable et qu'en général on est loin d'attribuer à des feuilles auxquelles un limbe linéaire et des nervures parallèles impriment une ressemblance extérieure très-grande.

Mais avant de décrire quelques-unes de ces formes, je dois faire mention de certaines cellules que présente l'épiderme supérieur des feuilles des Graminées. A la face inférieure, où il répond à l'épiderme si peu varié des chaumes, l'épiderme est lui-même peu varié et n'offre, comme sur les chaumes, que deux configurations de cellules : 1° celles qui correspondent aux nervures et sont, comme en général sur les autres plantes, étroites et longues ; 2° celles qui recouvrent le parenchyme vert, et sont plus larges et moins longues, avec interposition de stomates ; toutes ont des parois assez épaisses, souvent munies d'aspérités, et des surfaces d'union ondulées et comme crénelées. A la face supérieure, il y a aussi le plus souvent ces deux sortes de cellules ; mais à cette face et au milieu de la dépression (ou sinus) plus ou moins considérable qui existe entre deux nervures, se montre une ligne étroite composée de plusieurs files (5-12) de cellules beaucoup plus grandes que les autres, à parois minces, lisses et tout unies ; sur une coupe transversale, elles se montrent ordinairement un peu cunéiformes, c'est-à-dire étroites vers l'extérieur, plus larges vers l'intérieur et boursoufflées en un petit éventail saillant au-dessus des autres (Pl. XVI, fig. 10, a et A ; 11, 12, 13, 14, a). Sur une coupe longitudinale, on voit qu'elles sont beaucoup plus courtes que leurs voisines, et que leurs surfaces d'articulation sont tout unies. Elles ressemblent à de petites bulles qui se compriment, et pour les désigner dans ce qui suivra, je les appellerai de cette ressemblance cellules *bulliformes*, attendu mon ignorance d'un nom déjà imposé, et mon impuissance à leur en donner un tiré de leur fonction.

Les variétés de structure que révèlent les coupes se rattachent en général à deux grandes modifications, lesquelles dépendent, ou de la prédominance du parenchyme vert, ou de celle des faisceaux fibro-vasculaires et de leurs

dépendances. Dans le premier cas, les feuilles sont ordinairement minces, à petites nervures, et leurs deux faces ont les épidermes à peu près parallèles et égaux en surface. Dans le second cas, les feuilles sont relativement plus épaisses; leurs nervures se soulèvent en grosses côtes à la face supérieure, dont l'épiderme acquiert ainsi une surface beaucoup plus considérable qu'à la face inférieure qui est tout unie. Je décrirai quelques coupes de chacune de ces formes, et d'abord de celles à grosses côtes¹.

Le *DESCHAMPsia cESPITOSA* L., sub: *Aira*, nous en offre un curieux exemple (Pl. XVI, fig. 5). Les côtes forment de grands et larges triangles, ayant en hauteur de 7 à 10 fois l'épaisseur du limbe dans les sinus, et, à part un groupe de fibres libériformes au sommet et à la base contre chaque épiderme, se composent d'un faisceau fibro-vasculaire central, entouré d'abord presque en entier d'un cercle de grandes cellules incolores, puis de cellules à chlorophylle. La côte médiane, *ne formant pas carène*, présente le plus souvent à chaque côté de sa base un petit faisceau fibreux; les côtes voisines n'en ont ordinairement qu'un à celui de leurs côtés le plus rapproché de la nervure médiane. La côte marginale (*m*) est semblable aux autres, avec un second petit faisceau vers la marge qui est coupée brusquement. Dans les sinus, qui sont très-profonds et très-étroits, l'épaisseur du limbe est réduite à quatre assises de tissu, savoir: une d'épiderme à cellules très-petites, une de fibres libériformes, une de cellules incolores, et une de cellules bulliformes. L'épiderme supérieur porte quelques aspérités coniques au sommet des côtes.

PSAMMA ARENARIA L., sub: *Arundo* (Pl. XVI, fig. 6).—Face inférieure lisse, *sans carène*; cellules épidermiques à parois excessivement épaisses vers le dehors, supportant deux ou trois assises de cellules à parois épaisses. Côtes de trois grosseurs: des grosses, entre lesquelles deux petites séparées par une moyenne. De la ligne médiane aux marges l'épaisseur diminue peu; la marge est coupée presque à angle droit, et la côte marginale (fig. 6, *m*) est presque entièrement composée de fibres libériformes. Les grosses côtes, rétrécies au-dessus de la base, s'élargissent vers le faisceau, puis se rétrécissent de nouveau, pour se dilater en large spatule; elles ont en hauteur de

¹ Les coupes transversales décrites et figurées ont été prises vers le tiers inférieur de la longueur du limbe et, sauf indication contraire, sur la deuxième feuille en descendant.

trois à quatre fois leur largeur moyenne. Assez loin de leur base est un faisceau fibro-vasculaire ovale, flanqué sur chaque côté d'une bande de parenchyme vert qui, partant presque du sommet et interrompue vis-à-vis du faisceau par un groupe de fibres, s'étend sous les sinus, contourne les petites nervures et va s'unir à la bande verte de la nervure moyenne. Tout le reste, en dessus comme en dessous, est occupé par des cellules incolores petites et à fortes parois. La face supérieure très-ample, comparativement à l'inférieure, a des cellules épidermiques petites, à parois épaisses et toutes relevées en poils gros, longs, droits et pointus. Au fond des sinus, deux ou trois cellules bulliformes.

SPARTINA VERSICOLOR Fabre (Pl. XVI, fig. 7).—Face inférieure lisse, très-faiblement sillonnée, non carénée. Cellules épidermiques à parois assez épaisses, supportant deux assises presque continues de fibres libériformes. Côtes de trois ou quatre grosseurs : des grandes, entre lesquelles deux petites séparées par une moyenne. L'épaisseur du limbe va en diminuant de la ligne médiane à la marge, qui n'offre plus qu'un angle très-aigu. Les grosses côtes, très-étroites à la base, s'élargissent au-dessus des petites et atteignent en hauteur jusqu'à cinq fois la largeur de la base ; elles sont au sommet, ou coupées carrément ou avec un angle médian obtus et deux angles latéraux. Tout à fait à leur base est un faisceau fibro-vasculaire ovale (fig. 7, B), entouré en dessous d'une demi-ceinture de grandes cellules incolores, et de chaque côté de parenchyme vert en bandes étroites et si courtes qu'elles dépassent à peine les sinus. Toute la partie supérieure de la nervure, qui est de beaucoup la plus grande, est occupée par du tissu incolore et lâche, et sous la ligne du sommet par une ou deux assises de fibres libériformes. L'épiderme supérieur, dont la surface est bien égale à dix fois celle de l'inférieur, se compose de cellules petites, soulevées en poils courts, brusquement terminées ou quelquefois surmontées d'une autre très-longue et très-aiguë, et formant un poil articulé (fig. 7, C). Au fond des sinus, deux ou trois cellules bulliformes assez grandes. Ni description ni figure ne peuvent donner une idée de la suprême élégance de cet ensemble.

AMPELODESMOS TENAX Vahl, sub: *Arundo*, 1791 (Pl. XVI, fig. 8).—Cellules de l'épiderme inférieur très-épaisses vers le dehors, recouvertes par une

couche continue de 2-5 assises de fibres libériformes (de 10 vers le milieu qui est un peu plus épais, mais non caréné), à parois très-épaisses et à cavité presque nulle. Nervures alternativement larges et étroites, toutes coupées carrément à la même hauteur (ou quelquefois les plus petites moins hautes et arrondies), et séparées par des sinus très-étroits égalant en profondeur le tiers ou la moitié de l'épaisseur du limbe. Chaque nervure se compose vers sa base d'un épais et large groupe de fibres libériformes, puis d'un faisceau fibro-vasculaire très-fort, ovale, allant jusqu'au milieu de l'épaisseur et entouré vers le haut d'un demi-cylindre de cellules incolores; enfin, le reste de la région médiane est rempli par du tissu libériforme qui s'étend sous l'épiderme supérieur à toute la largeur de la côte. A chaque bord des nervures est une large bande de cellules à chlorophylle allant d'un épiderme à l'autre et s'unissant au-dessous du sinus à celle de la nervure voisine. Épiderme supérieur à parois épaisses se renflant vers les angles des nervures en aiguillons courts.

GYNERIUM ARGENTEUM N. es. (Pl. XVI, fig. 9).—Nervures de deux grosseurs avec alternance, toutes de même hauteur, coupées carrément, et prononcées en grosses ondulations sur la face inférieure, arrondie *et non carénée*. Épiderme de cette face à cellules petites, à parois peu épaisses, portant quelques aspérités fines et courtes. Assez exactement au milieu de l'épaisseur du limbe est un faisceau fibro-vasculaire que de grandes masses de parenchyme lâche et incolore séparent des bandes supérieure et inférieure de tissu libériforme. Sinus très-étroits, peu profonds. Bandes de cellules à chlorophylle allant tout droit d'un épiderme à l'autre, en se réunissant au-dessous du sinus, pour être séparées ensuite par du parenchyme incolore. Vers la région médiane du limbe il y a, sur l'épiderme inférieur, une couche continue de tissu libériforme, et le parenchyme vert ne se montre que sous l'épiderme supérieur. Quelquefois une lacune cylindrique apparaît dans les tissus au-dessous des sinus. Épiderme supérieur à cellules petites, se relevant aux angles des côtes et dans les sinus en longues aspérités pointues.

La structure des feuilles de cette dernière Graminée, par le peu de saillie de ses côtes, se rapproche de celle des feuilles à épidermes parallèles. Mais ce qui frappe tout d'abord dans l'examen de celles-ci, comme caractère les distinguant des précédentes, c'est que les nervures principales, à faisceau

fibro-vasculaire, sont très-espacées, et qu'entre elles se présentent, en nombre plus ou moins considérable (3...10) suivant l'espèce, des nervures secondaires n'ayant qu'un petit faisceau fibreux, sans vaisseaux rayés ou ponctués. Sur un limbe frais, ces deux sortes de nervures sont très-faciles à distinguer, sans analyse et par simple transparence. Aux points correspondant aux sinus, qui font ici défaut, se montrent presque toujours des bandes de cellules bulliformes.

Le *DACTYLIS GLOMERATA* L. (Pl. XVI, fig. 10) fournit un bon exemple de cette structure. Carène très-prononcée, formée d'une grosse couche de tissu libériforme, par-dessus d'une très-large bande de parenchyme vert, puis d'un gros faisceau fibro-vasculaire, et en dessus de quelques assises de cellules incolores et d'une large ligne de cellules bulliformes. De chaque côté du limbe, de gros faisceaux fibro-vasculaires avec tissu libériforme, et entre eux, de deux à trois petits faisceaux, le tout séparé par de larges masses de parenchyme vert allant d'un épiderme à l'autre et renfermant un ou deux faisceaux fibreux. Cellules épidermiques à parois minces, inégales, petites au-dessus des nervures, plus grandes dans les intervalles.

ARUNDO PHRAGMITES L. (Pl. XVI, fig. 11). — Cellules épidermiques très-petites. Nervures de deux grosseurs, une forte (*b*) alternant avec deux ou trois petites (*cc*). Faisceaux fibro-vasculaires très-grands, entourés d'un cercle de cellules incolores larges, et occupant ainsi, avec deux petits groupes de tissu libériforme, toute l'épaisseur du limbe. Bandes de parenchyme courant sur le bord de chaque nervure d'un épiderme à l'autre. Place des sinus occupée par cinq grandes cellules bulliformes (*a*).

L'*ARUNDO DONAX* L. (Pl. XVI, fig. 12) présente la même structure générale avec des différences dans chaque détail. Ainsi, les faisceaux, qui sont beaucoup plus gros, ont vers l'épiderme inférieur un groupe très-fort de tissu libériforme; au-dessous des sinus et des cellules bulliformes réduites à trois, il y a une assise continue de très-grandes cellules incolores, etc., comme on peut le voir sur la figure 12.

Je citerai encore la coupe des feuilles du *GLYCERIA AQUATICA* L., sub: *Poa* (Pl. XVI, fig. 15). Ces feuilles, d'abord pliées, ne s'étalent jamais complètement. La nervure médiane se compose inférieurement d'un très-petit groupe

de fibres libériformes ; puis, entre deux lacunes, d'une colonne étroite de parenchyme lâche et incolore, laquelle renferme vers son milieu un gros faisceau fibro-vasculaire et s'élève un peu en saillie entre deux sinus de plicature. Sur ces deux sinus s'étendent deux bandes de 7-9 cellules bulliformes (fig. 15, a), les seules qui soient sur la feuille. Nervures latérales non sensibles à l'extérieur, de deux grosseurs peu différentes alternant régulièrement, constituées par une cloison de cellules incolores avec un petit faisceau fibro-vasculaire vers le milieu de l'épaisseur du limbe. Entre elles se trouvent de très-grandes lacunes, remplies dans le jeune âge et plus tard interrompues de place en place par un tissu cellulaire tout à fait particulier (fig. 15 L), que j'ai déjà décrit et figuré dans le *Bulletin de la Société botanique de France*, tom. XVI, pag. 408 et suiv., et pl. III, fig. 7. Un ou deux rangs de cellules à chlorophylle courent contre les épidermes, dont le supérieur est lisse et l'inférieur rendu rude par quelques petites protubérances éparses.

Mais les feuilles d'une espèce congénère, du *GLYCERIA FLUITANS* L., sub : *Festuca* (Pl. XVI, fig. 14), offrent, d'une part, des traits généraux communs, savoir : une saillie au-dessus de la ligne médiane, entre deux lignes de cellules bulliformes (a), avec de grandes lacunes séparées par de minces cloisons ; et, d'autre part, des différences très-considérables. Ainsi, la face supérieure est toute plissée et parcourue par des sillons anguleux très-profonds. Les saillies sont au-dessus des lacunes, et les dépressions au-dessus des faisceaux, ce qui est le contraire de ce que nous avons vu sur le *Deschampsia cespitosa* et autres ; les faisceaux fibro-vasculaires, au lieu d'être vers le milieu de l'épaisseur du limbe, sont presque contre l'épiderme inférieur, et n'en sont séparés que par quelques fibres libériformes. Ajoutons que cette espèce a des feuilles de deux sortes : les inférieures flottantes et les supérieures non en contact avec l'eau. Celles-ci sont fortement carénées et n'ont au-dessus de la ligne médiane qu'une faible saillie, tandis que sur les premières la carène disparaît et le limbe est plat en dessous ; mais en dessus la saillie médiane s'élève considérablement et forme une petite lame ; en même temps, les plis de la face supérieure sont si prononcés, que les dépressions vont presque jusqu'au faisceau fibro-vasculaire (fig. 14, D). Si une de ces feuilles, entière ou en fragments, est placée sur l'eau, la face supé-

rière en contact avec le liquide, elle se retourne brusquement, ce qui est dû, je pense, à ce que la présence de l'air entre les sillons supérieurs et dans les grandes lacunes rend la moitié supérieure plus légère, et surtout à ce que la face supérieure ne se mouille pas.

Parmi les feuilles à limbe plat, il en est qui présentent une particularité à mentionner, savoir : une ligne blanche médiane à la face supérieure, comme par exemple celles des *Zea Mays* L., *Sorghum halepense* L., sub : *Holcus*, *Erianthus Ravennæ* L., sub : *Saccharum*, *Andropogon Ischæmum* L. etc. On pourrait croire, à première vue, que cette ligne blanche résulte d'un développement considérable de la nervure médiane ; il n'en est rien cependant. Elle est due au contraire à la présence sous l'épiderme supérieur d'un abondant tissu cellulaire lâche et incolore (Pl. XVII, fig. 2, *m*; 3, *m*, etc.), au-dessous duquel se trouve, non pas une seule nervure médiane, mais une série de nervures semblables aux autres et séparées, comme sur le reste de la feuille, par des cellules à chlorophylle ; souvent même la nervure médiane ne se distingue des autres que par sa réduction. Le tissu cellulaire incolore de cette région est absolument semblable, pour ne pas dire identique, à celui qui remplit les chaumes des mêmes Graminées, et qu'on est convenu d'appeler tissu médullaire. Il n'est pas hors de propos de faire remarquer que les espèces dont les feuilles portent cette ligne médiane blanche, ont des chaumes non fistuleux ou à peine creux au centre, comme si la prédominance de l'élément médullaire avait gagné celle des faces qui correspond à la région centrale du chaume. Cependant toutes les Graminées non fistuleuses ne nous ont pas présenté cette modification. Nous décrirons et figurerons encore quelques feuilles offrant cette organisation.

Les feuilles de *CYNODON DACTYLON* L., sub : *Panicum* (Pl. XVII, fig. 1), n'ont une ligne blanche que sur le tiers inférieur de la longueur du limbe, et encore, sur une coupe transversale, cette ligne est-elle réduite en largeur à trois nervures, et en épaisseur à trois ou quatre assises de tissu incolore. Les grosses nervures latérales, à peine saillantes, alternent avec quatre petites ; toutes occupent l'épaisseur entière du limbe et ont au centre un faisceau immédiatement entouré de parenchyme vert formant deux cylindres, dont l'intérieur d'un vert très-intense. Épiderme inférieur à petites cellules, soulevé par places en un groupe de cellules plus grandes, dont la centrale

supporte un long poil fin et mou. Épiderme supérieur à cellules inégales et comme mamelonnées; sinus à peine sensibles avec cellules bulliformes très-grandes, au-dessous desquelles deux ou trois très-grandes cellules à parois minces. Une cellule semblable se trouve presque toujours entre chaque faisceau et les épidermes inférieur et supérieur.

SETARIA GLAUCA L., sub: *Panicum* (Pl. XVII, fig. 2).— Carène prononcée, arrondie, formée par un groupe de fibres libériformes que surmontent d'abord un gros faisceau fibro-vasculaire, puis de grandes cellules incolores à parois minces (fig. 2, *m*). De chaque côté du limbe, 3-5 gros faisceaux et entre eux 8-10 plus petits entourés par des cylindres concentriques de cellules à chlorophylle allant d'un épiderme à l'autre et le soulevant même vis-à-vis des nervures. Cellules épidermiques grandes à parois minces; cellules bulliformes occupant presque toute la face supérieure (fig. 2, *a*).

Le **PANICUM CRUS GALLI L.** (Pl. XVII, fig. 3) est très-analogue au précédent, avec une carène moins saillante formée par un rang de fibres libériformes, et un faisceau médian très-petit; faisceaux latéraux du limbe plus petits et moins inégaux entre eux, tous entourés d'un seul cercle de cellules à chlorophylle. Épiderme à cellules grandes, à parois minces; de chaque côté de la ligne médiane blanche est une très-grande cellule bulliforme (fig. 3, *a'*); sur les côtés 5-8 cellules petites; sinus peu profonds occupés par des groupes de cellules bulliformes grandes, rondes, cunéiformes (fig. 3, *a*), et de moins en moins prononcées en s'avancant vers les bords du limbe.

Le **SORGHUM HALEPENSE L.**, sub: *Holcus* (Pl. XVII, fig. 4) a au-dessous des cellules lâches de la ligne blanche 12-16 gros faisceaux, séparés par 1-3 petits groupes de fibres qu'entoure un cylindre de parenchyme vert. Sur la ligne médiane il n'y a point de fibres sous l'épiderme supérieur, ni de cellules bulliformes; mais vers le limbe les fibres apparaissent, et avec elles, en alternance, les cellules bulliformes. Aux côtés verts et minces du limbe, les grandes nervures, occupant toute l'épaisseur, ont entre elles une quinzaine de nervures secondaires, les unes très-petites, les autres moyennes et alternant de trois en trois, toutes entourées d'un cylindre de parenchyme vert, qui va presque d'un épiderme à l'autre. L'extrême rapprochement de ces

nervures secondaires fait que les cellules bulliformes (fig. 4, a) occupent presque en entier la face épidermique supérieure.

Le *SACCHARUM OFFICINARUM* L. (Pl. XVII, fig. 5) a sur la ligne médiane la même organisation ; les grosses nervures latérales du limbe ont entre elles neuf nervures de trois grosseurs, savoir : au milieu, une nervure moyenne entre deux plus grosses ; puis, de chaque côté, trois autres dont une moyenne entre deux petites, toutes entourées d'un cylindre de parenchyme vert qui n'occupe que la moitié de l'épaisseur du limbe ; le reste est rempli par du tissu incolore. Au-dessus des nervures moyennes se trouvent des groupes de 3-5 cellules bulliformes si grandes qu'elles occupent le tiers de l'épaisseur du limbe. Les cellules de l'épiderme supérieur sont aussi très-grandes.

La structure du limbe du *ZEA MAYS* L. se rapproche de la précédente ; même disposition des faisceaux au dos de la ligne médiane ; grosses nervures occupant l'épaisseur du limbe, séparées par 24-25 nervures de deux grosseurs, savoir : trois ou quatre moyennes entre lesquelles 5-6 petites ; toutes entourées d'un cylindre de cellules à chlorophylle au-dessous et au-dessus duquel il y a de grandes cellules incolores. Les cellules épidermiques des deux faces sont également grandes, et entre les nervures moyennes, l'épiderme supérieur offre des groupes de 5-5 grandes cellules bulliformes.

Dans les feuilles de l'*IMPERATA CYLINDRICA* L., sub : *Lagurus* (Pl. XVII, fig. 6) domine le système des fibres libériformes. Sous le tissu lâche de la ligne médiane, qui est très-épaisse, sont cinq faisceaux principaux séparés par 5-5 secondaires, tous très-rapprochés, avec un groupe épais de fibres entre eux et l'épiderme ; il y a une bande des mêmes fibres au-dessus de la ligne blanche. Le limbe succède à la ligne blanche en faisant presque un angle droit, et sur ses côtés les grands faisceaux sont séparés par une dizaine de moyens et de petits alternants, tous éloignés de l'épiderme inférieur et faisant saillie à la face supérieure, avec bandes de chlorophylle sur leurs côtés. Cellules bulliformes très-grandes (a), occupant presque toute la face supérieure et la moitié de l'épaisseur du limbe.

La même structure générale se montre dans les feuilles de l'*ERIANTHUS RAVENNÆ* L., sub : *Saccharum* ; mais il y a moins de faisceaux sous la

bande blanche ; les nervures sont saillantes à la face inférieure et les cellules bulliformes moins grandes et moins nombreuses.

ANDROPOGON ISCHÆMUM L. (Pl. XVII, fig. 7). — Le faisceau médian offre des cellules à parois très-épaisses, repose sur une lame de fibres libériformes et a de chaque côté quatre ou cinq faisceaux plus petits. Faisceaux latéraux de trois grosseurs, les plus forts occupant toute l'épaisseur du limbe et séparés par cinq ou sept autres, dont trois petits alternant avec un ou deux moyens, tous entourés d'un cylindre de cellules à chlorophylle. Épiderme inférieur à cellules assez grosses, inégales, le supérieur à cellules très-petites sur les nervures et, sur le reste, composé de cellules bulliformes un peu arrondies.

ANDROPOGON DISTACHYON L. (Pl. XVII, fig. 8). — Même structure générale avec des détails différents : fibres libériformes très-développées au-dessous et au-dessus de la ligne blanche médiane ; neuf nervures secondaires. Cellules bulliformes (*a*) couvrant toute la surface, moins une ligne étroite sur chaque nervure ; il y en a même sur la ligne blanche.

Ainsi, des espèces congénères et très-voisines offrent dans leur structure les ressemblances profondes et les différences légères que l'on doit s'attendre à trouver dans les espèces d'un même groupe ;

..... Facies non omnibus una,
Non diversa tamen, qualis decet esse sororum.

Mais sur une plante que Linné fils et Kunth ont placée dans le même genre *Andropogon*, et que d'autres botanistes ont successivement rapportée aux genres *Phalaris*, *Agrostis*, *Anatherum*, *Vetiveria*, *Echinochloa*, *Panicum*, *Oplismenus*, *Rhaphis*¹, etc., sur l'*Andropogon squarrosus* L. fils, la structure anatomique de la feuille est complètement différente. Sur cette espèce (Pl. XVII, fig. 9), le système des cellules médullaires se montre à son maximum et la ligne blanche occupe les quatre cinquièmes de la largeur du limbe. Cette partie médiane est pliée en V, et vers les marges, où elle expire,

¹ Voici, d'après Roemer et Schultes, Kunth, Steudel, la synonymie de cette plante : *Echinochloa squarrosa* R. et Sch. ; *Anatherum muricatum* P. Beauv. ; *Andropogon muricatus* Retz. ; *Phalaris zizanioides* L. ; *Panicum abortivum* R. Brown ; *Oplismenus abortivus* Auct. plur. ; *Agrostis verticillata* Lam. ; *Vetiveria adorata* Virey ; *Rhaphis muricata* Nees ; etc.

le limbe s'étale brusquement ou même se replie un peu en dessous. Sur une coupe transversale (fig. 9), l'ensemble de la région blanche se présente avec des lacunes longitudinales simulant des arcades dont les voûtes et les piles, alternativement grandes et petites, sont de parenchyme incolore, et le soubassement de tissu vasculaire et de parenchyme vert (fig. 9, L). Chaque grosse pile est composée d'un groupe de fibres libériformes reposant sur l'épiderme inférieur, puis d'un faisceau et au-dessus de cellules incolores. A la base de chaque pile et de chaque côté est une bande de parenchyme vert, et d'une pile à l'autre s'étend une bande du même parenchyme formée de trois à cinq groupes de cellules disposées en cercle autour d'un petit faisceau. La face supérieure est tout unie et sans sinus marqués, sans cellules bulliformes, si ce n'est à la plicature médiane, où il y en a une douzaine environ, et ensuite depuis chaque courbure latérale jusqu'à la marge (Pl. XVII, fig. 9; a). Sur cette dernière région, les lacunes longitudinales cessent, et quelques fibres libériformes apparaissent vis-à-vis des faisceaux. L'air qui remplit les lacunes longitudinales donne à la face supérieure de la feuille une nuance toute particulière.

Je m'arrête ici; les bornes de ce travail m'en font une loi, et mon but était seulement d'appeler l'attention sur un point trop peu étudié jusqu'ici¹. Ce que j'en ai dit suffira pour indiquer le parti qu'on peut en tirer; et j'espère, s'il me reste encore des jours, en consacrer quelques-uns à une étude plus complète de cette partie de l'histoire naturelle des Graminées, à l'effet de montrer que la structure des feuilles pourrait fournir un élément de plus pour déterminer la place de certaines Graminées qui errent tristement d'un genre à l'autre.

¹ Ce que Palisot de Beauvois dit sur la structure des feuilles des Graminées peut être considéré comme nul; et, tout en tenant compte de l'époque où vivait cet auteur, on peut dire que son texte et ses figures (*Agrost.* pag. xxi, pl. II, fig. 3-6, 16-17) portent les traces d'une extrême négligence.

M. le Dr d'Ettingshausen a appelé l'attention sur les caractères que présente la nervation des Graminées (*Beitrag zur Kenntniss der Nervation der Gramineen*, avec 6 planches, dans les Comptes-rendus de l'Acad. d. Sc. de Vienne, tom. LII, octobre 1865); mais dans ce mémoire, fait en vue de la détermination des Graminées fossiles, le savant auteur, sans entrer dans les détails anatomiques, s'est borné à grouper les feuilles d'après la grosseur et l'écartement de leurs nervures.

3. ANATOMIE DES RHIZOMES ET DES STOLONS.

Comme il a déjà été dit, et comme on a pu le voir par ce qui précède, les différences qui se présentent dans la structure des chaumes, bien que constantes, ne sont ni aussi saillantes ni aussi variées que celles que présentent les feuilles. Il n'en est pas de même des rhizomes: autant leur structure anatomique s'éloigne de celle des chaumes, autant ils présentent entre eux de différences notables et importantes.

Le premier point à signaler c'est que les rhizomes, au lieu d'être, comme les chaumes, sans couches concentriques et réduits à un seul système de tissus recouvert d'une couche épidermique, présentent deux zones ou systèmes concentriques bien distincts et souvent très-nettement séparables. D'abord une zone externe composée exclusivement de cellules (Pl. XVII, fig. 11 à 16, *e*; et Pl. XVIII, fig. 1 à 8, et 10 à 16, *e*), et que, pour cette raison, j'appellerai zone *cellulaire*, ou encore zone *corticale*, parce qu'elle constitue une véritable écorce autour de l'autre zone, qu'elle égale quelquefois ou dépasse même en épaisseur, et dont elle se détache souvent en se désorganisant la première, comme l'écorce de certaines racines se détache avec le temps du corps ligneux qu'elle laisse à nu¹. L'autre système, formant une zone interne, se compose, comme celui du chaume, de faisceaux fibro-vasculaires épars dans du tissu parenchymateux (Pl. XVII, fig. 11 à 16, *i*; et Pl. XVIII, fig. 1 à 8, et 10 à 16, *i*); je le désignerai indifféremment par le nom de zone *interne*, indiquant sa position, ou par celui de système *vasculaire*, désignant sa composition, ou enfin par celui de système *culinaire*, puisqu'il représente celui des chaumes où il semble se continuer.

La présence constante de ces deux systèmes si distincts est à peu près le seul point commun qui existe dans la structure des rhizomes; les détails diffèrent ensuite tellement que souvent, en les comparant, on croirait examiner des plantes de familles éloignées. Les principales différences peuvent

¹ Il convient donc de ne pas opérer les coupes sur des rhizomes trop vieux, où la zone externe serait ou en voie de décomposition ou déjà décomposée.

On trouve quelquefois dans cette zone, au voisinage des nœuds, des faisceaux fibreux imparfaits, qui semblent un prolongement des faisceaux des racines.

faire diviser les rhizomes en deux groupes : 1^o celui des rhizomes aquatiques, qui rampent dans un sol submergé et ne se trouvent qu'accidentellement hors de l'eau ; ils ont toujours dans le système interne une cavité centrale ¹, et dans la zone externe un cercle de canaux aërifères (Pl. XVII, fig. 11 et 12, c), à moins que cette zone ne soit composée de parenchyme étoilé formant alors d'innombrables canaux (Pl. XVII, fig. 16) ; 2^o celui des rhizomes non submergés : ils sont privés ou pourvus de cavité centrale, mais sans canaux dans la zone corticale. J'en décrirai avec détails quelques-uns de chaque groupe, tant comme exemple que pour mettre en évidence le principe auquel m'a conduit leur examen comparatif ; je commencerai par les rhizomes aquatiques et par celui de l'*Arundo phragmites*, le plus facile à se procurer partout et en tout temps, et incontestablement le plus commode pour point de départ et terme de comparaison.

Les rhizomes de l'ARUNDO FRAGMITES rampent à une assez grande profondeur, le plus ordinairement à 1^m ou 1^m,50 entre la couche de terre végétale et celle de gravier ou d'argile qui la supporte ; cependant, il n'est pas rare d'en trouver dans les sables maritimes à une profondeur de 0^m,30 seulement. Leur longueur et leur grosseur sont considérables ; aux bords du Rhin, sur les points où les grandes eaux, enlevant la terre végétale, mettent à nu ces rhizomes, on en voit fréquemment des fragments qui ont 20 et 30 mètres de long, avec un diamètre de 0^m,025 à 0^m,032, et des entrenœuds longs de 0^m,15 à 0^m,25, en partie recouverts par de larges gaines longues de 0^m,10 à 0^m,15. Dans les sables maritimes, ils sont beaucoup plus petits, et j'en ai recueilli qui n'avaient que 0^m,002 de diamètre. Des rhizomes principaux portent, en alternant et par ordre distique, des bourgeons pointus, se développant en un immense réseau de rhizomes secondaires qui viennent ramper près de la surface du sol, et desquels naissent d'abord des stolons d'une longueur quelquefois très-considérable ², ensuite les chaumes qui portent les panicules.

¹ C'est donc tout à fait à tort que P. de Beauvois a dit que les rhizomes des Graminées sont pleins et non creux (*Agrost.* pag. XII et XIII) ; au même lieu, ce même auteur attribue, avec aussi peu d'exactitude, un chaume plein au genre *Bambusa*, etc.

² Sur les bords de l'Arrach près d'Alger, en Camargue et dans les marais de Palavas (Hérault), j'en ai vu qui atteignaient 25 mètres de long.

Les entrenœuds de tous ces rhizomes, d'une consistance plutôt coriace que ligneuse, sont creux et presque toujours entièrement pleins d'eau. Un gros rhizome que j'avais arraché dans une ile du Rhin, le 16 janvier 1868, et rapporté chez moi, avait encore, le 22 mars, jusqu'à 15 gram. d'eau dans chaque cavité de ses entrenœuds ; ce fait permet de comprendre comment cette plante continue de végéter dans certains marécages du Midi, dont la surface est toute desséchée et fendillée par les ardeurs de l'été.

La zone corticale (Pl. XVII, fig. 11, *e*) offre d'abord une couche épidermique d'un seul rang de cellules¹, et se compose ensuite uniquement de cellules à parois minces et à coupe transversale hexagonale. Immédiatement sous l'épiderme ces cellules sont plus grêles et plus longues que les cellules épidermiques ; mais, à mesure qu'elles s'avancent vers l'intérieur, elles gagnent en largeur et perdent en longueur, jusqu'à devenir presque aussi larges que longues. Elles sont toutes très-chargées de granules amylacés, ainsi que les cellules du système interne ; ce qui fait qu'aussitôt que ces rhizomes sont mis à nu dans les fortes crues, ils sont attaqués par les rongeurs qui fréquentent les bords des eaux². Dans cette zone cellulaire sont creusés de grands et nombreux canaux aérifères élégamment disposés en cercle. Sur un gros rhizome j'en ai compté 68 ayant jusqu'à 1 millimètre de large ; leur pourtour est ovale et leur plus grand diamètre est ordinairement dans le sens radial ; ils sont séparés entre eux par une masse cellulaire moins large qu'eux-mêmes. On ne voit dans toute cette zone ni faisceaux vasculaires, ni fibres à parois épaisses. C'est au contraire par une ligne continue de ces fibres, avec faisceaux, que commence la zone interne (fig. 11, *l*) ; cette ligne ondule gracieusement en s'avancant un peu vers un faisceau dans les masses cellulaires qui séparent les canaux aérifères. Une autre ligne circulaire, tout unie, parallèle à la direction générale de la précédente et uniquement composée de cellules longues, étroites, fusiformes, à parois peu

¹ Ces cellules, trois fois aussi longues que larges, ont des parois épaisses et ondulées, aux faces latérales de jonction : leurs extrémités articulaires présentent des particularités dont la description, ici hors de propos, trouvera sa place ailleurs.

² Il n'est pas rare de trouver l'extrémité des jeunes racines avec un renflement ovoïde assez gros, dû à la présence d'œufs et de larves d'insectes, comme je l'ai exposé dans le *Bull. de la Soc. bot. de France*, tom. XVI, pag. 109 et 110.

épaisses (fig. 11, *m*), se trouve séparée de la première par la masse parenchymateuse dans laquelle sont distribués les faisceaux ; puis autour de la grande lacune centrale se présente de nouveau une couche mince de cellules médullaires. Au-dessous du plancher des nœuds on rencontre un amas peu régulier et souvent tout fendillé de cellules rameuses presque étoilées, qui s'articulent entre elles par l'extrémité de leurs rameaux. Cette surface d'articulation est toute parsemée de ponctuations. Je mentionne cette sorte de parenchyme étoilé, parce que nous le retrouverons sur d'autres Graminées constituant une des zones. Ainsi, en résumé, ce système interne se trouve composé de quatre zones secondaires alternant entre elles : 1° fibres libériformes, avec faisceaux entre chaque canal aérifère ; 2° masse cellulaire avec faisceaux ; 3° cellules fusiformes à parois peu épaisses sans faisceaux ; 4° couche cellulaire sans faisceaux. Cette structure est absolument invariable, soit sur les gros rhizomes de 30 millimètres de diamètre, soit sur les plus petits dont le diamètre est réduit à 2 millimètres.

Dans la ceinture de tissu libériforme et dans la masse parenchymateuse moyenne, les faisceaux sont distribués avec une régularité que ne présente pas leur distribution dans le chaume. D'abord, il y en a un régulièrement et sans exception au point où la ceinture de tissu libériforme s'avance un peu entre les canaux aérifères ; puis, contre la zone de cellules fusiformes, il s'en trouve un autre rang répondant assez bien à ceux du premier ; enfin un rang intermédiaire, moins régulier que les deux autres. Ces faisceaux se composent exactement des mêmes éléments que ceux des chaumes. Les deux gros vaisseaux ponctués y sont constamment et très-développés (Pl. XVII, fig. 10, *a*), avec des parois d'une grande ténuité ayant deux ou trois rangs de ponctuations entre les lignes d'union des tissus contigus. Les vaisseaux annulaires y sont d'un diamètre très-réduit (fig. 10, *b*) et semblent même manquer dans certains faisceaux. Le groupe médian de longues cellules à bases horizontales ne présente qu'un petit nombre de cellules très-larges (fig. 10, *c*), se détruisant quelquefois et laissant à leur place une cavité plus ou moins régulièrement circulaire, qui pourrait au premier coup d'œil faire illusion et être prise pour un tube annulifère occupant une position inverse. C'est précisément ce qui a trompé Palisot de Beauvois, qui, dans ses fig. 6 et 7 de sa planche I, a donné aux vaisseaux annulaires une position

inverse de celle qu'ils occupent, ainsi que nous l'avons fait remarquer ci-dessus, pag. 314, note.

Maintenant, si on examine les coupes transversales des premiers entrenœuds d'un stolon, on y constate absolument la même disposition que sur les rhizomes : une zone corticale avec canaux aérifères et une zone interne composée des éléments ci-dessus décrits. Seulement la ceinture de tissu libériforme se montre avec des parois plus épaisses, et pénètre un peu moins dans les masses parenchymateuses qui séparent les canaux, et les vaisseaux annulaires sont mieux accusés sur tous les faisceaux. A 1 mètre du rhizome, les canaux aérifères sont devenus très-petits ; les cellules étroites sous-épidermiques ont pris, avec des parois épaisses, toute l'apparence de fibres libériformes, et le système interne a au contraire gagné en développement tout ce que l'autre perdait ; toutefois il a perdu aussi son cercle interne de longues cellules étroites. A 2^m,50 la zone externe a disparu, comme refoulée par le système culmaire, dont la couche libériforme va presque sous l'épiderme, avec ses faisceaux régulièrement distancés, et tout l'ensemble est celui des chaumes. Si l'extrémité végétative d'un stolon qui a déjà couru à l'air libre, où il a présenté ces modifications, est enterrée et forcée de se continuer sous terre, la nouvelle partie souterraine qui se développe, reprend peu à peu toute l'apparence et en même temps tous les détails de structure d'un rhizome¹. Les entrenœuds des chaumes eux-mêmes, à leur base et à mesure qu'ils s'éloignent des rhizomes, offrent toute la série des modifications que nous venons de signaler sur les stolons.

Les rhizomes de l'ARUNDO DONAX sont très-peu connus, parce que la grande

¹ Lorsque nous voyons ainsi la structure interne d'un même individu, tout en demeurant celle du type, se modifier si régulièrement suivant le milieu et les besoins qu'il impose, n'est-il pas permis d'inférer que les modifications, incomparablement plus légères, présentées par les surfaces externes d'individus croissant et se reproduisant, depuis de longues années et même de longs siècles, dans des localités et des conditions différentes, sont dues aussi à cette merveilleuse flexibilité par laquelle l'organisation répond aux exigences des milieux ? N'en voyons-nous pas des exemples frappants dans ces plantes amphibies qui ont des feuilles à nervures isolées ou unies par du parenchyme, à limbe large et sagittiforme ou réduit en ruban, suivant qu'elles sont immergées ou non dans une eau tranquille ou courante ? Que penser alors des espèces faites par cinquantaines sur des variations de vestimentum et sur ce que les cellules épidermiques se seraient soulevées en poils doubles, ou en poils isolés, ou en simple pubescence ?

profondeur à laquelle ils rampent fait qu'on les voit rarement et que l'on prend pour ces rhizomes eux-mêmes ce qui n'en est que l'extrémité tortueuse supportant les chaumes. J'ai pu en recueillir de très-beaux sur les bords de l'Hérault, après son terrible débordement du 23 juin 1868. Ces rhizomes, qui se développent surtout quand la plante veut passer d'un côté à l'autre d'un petit cours d'eau, sont longs, très-droits, nullement tortueux, un peu plats, avec un grand diamètre de 0^m,04 environ. Leurs entrenœuds, longs d'un décimètre et recouverts de longues et larges gaines acérées, sont creux, avec des parois épaisses de 6 à 8 millim., d'une consistance ligneuse et très-résistante; la cavité contient quelquefois un peu d'eau. A chaque nœud naissent en alternant des bourgeons gros comme une noix, obtus comme les rhizomes eux-mêmes à leur extrémité, à nœuds très-rapprochés et presque contigus, d'où naissent des gaines très-larges, courtes, acérées, et qui forment une pointe terminale très-dure et très-aiguë.

Leur zone corticale (Pl. XVII, fig. 13, *e*), relativement très-étroite et d'un millimètre à peine d'épaisseur, est toute cellulaire, avec 50 ou 80 petits canaux aérifères, régulièrement et largement espacés entre eux, alternant avec les côtes de la surface extérieure. La zone interne (fig. 15, *i*) se compose d'une ceinture de tissu libériforme très-épaisse, laquelle ondule en s'avancant un peu vers un faisceau dans les masses cellulaires interposées entre les canaux aérifères; puis tout le reste est du parenchyme serré, renfermant de nombreux faisceaux presque régulièrement disposés en alternance sur des cercles concentriques. Les faisceaux offrent la disposition normale; toutefois les tubes annulifères sont très-petits ou même manquent quelquefois.

Avec ces grands rhizomes se trouvent des rhizomes secondaires dont les extrémités supportent les chaumes; or, ces extrémités sont très-rameuses et très-tortueuses, entièrement recouvertes d'écailles courtes et très-piquantes, et les nœuds d'où elles naissent sont si rapprochés qu'ils se touchent presque. Il résulte alors du rapprochement des planchers de chaque nœud qu'ils se confondent entièrement l'un avec l'autre, et que ces extrémités des rhizomes sont, comme les bourgeons souterrains, tout à fait solides et sans aucune cavité centrale. De plus, les tissus intérieurs de ces régions ne présentent aucune trace de nœud correspondant à la naissance des écailles; seulement les ca-

naux aërifères s'interrompent vers le point d'origine des écailles, mais les vaisseaux conservent leur direction et leur forme, et le tout est un tissu homomorphe. Ajoutons que les faisceaux de cette région n'ont plus la régularité normale; ils sont comme dédoublés, n'ont le plus souvent qu'un grand vaisseau, qu'une partie du tissu libériforme et point de tube annulifère.

Les rhizomes de l'ARUNDO ALTISSIMA Benth. sont comme intermédiaires entre ceux des deux espèces ci-dessus, mais toutefois plus voisins de l'*A. phragmites*, dont ils se différencient par la zone interne plus large que la zone externe et ayant jusqu'à quatre rangs de faisceaux.

Une cavité très-régulière, égalant à peu près le quart du diamètre, règne au centre des rhizomes du PANICUM REPENS L. (Pl. XVII, fig. 14). La zone corticale, un peu moins large que l'autre, présente vers l'extérieur trois rangs de grandes cellules à parois minces, puis vers l'intérieur deux ou trois rangs semblables, et l'intervalle intermédiaire est occupé par des lignes de cellules séparant des canaux aërifères très-étroits, au nombre de quarante à cinquante, et dont le grand axe est radial. La ceinture de tissu libériforme qui enveloppe le système interne a trois ou quatre rangs de fibres à parois épaisses et s'avance dans le tissu précédent par une vingtaine d'ondulations dont le sommet est occupé par un faisceau; le reste se compose de cellules rigoureusement hexagonales, à parois très-épaisses et toutes remplies de granules amylacés. Les faisceaux sont distribués en trois rangs alternant assez régulièrement. Le tout est d'une très-grande élégance.

Sur les rhizomes du SPARTINA VERSICOLOR Fabre (Pl. XVII, fig. 15), la cavité centrale occupe le tiers du diamètre, et les deux zones des tissus sont à peu près de même épaisseur. L'externe offre sous l'épiderme de huit à dix rangs de cellules à parois minces; les canaux aërifères, au nombre d'une vingtaine, sont séparés par des cloisons de plusieurs rangs de cellules, mais n'ont vers l'intérieur qu'un rang ou au plus deux de ces mêmes cellules à leur pourtour. Cela tient à ce que la ceinture de tissu libériforme ondule en pénétrant très-profondément dans ces cloisons et jusqu'au-delà de leur moitié. Vers leur extrémité, les saillies de ce tissu portent les rudiments d'un faisceau mal développé, mais elles n'ont point régulièrement vers leur base un de ces faisceaux; il y en a un rang contigu à ce tissu vers l'intérieur, et un autre distribué dans le reste des cellules parenchymateuses à parois minces.

Je regrette que l'étendue de ce mémoire ne me permette pas de décrire un plus grand nombre de rhizomes de nos Graminées aquatiques, parce qu'on y verrait (par exemple dans ceux de *Leersia oryzoides*, *Phalaris arundinacea*) de remarquables variétés de structure ; et je me bornerai à décrire ceux du *GLYCERIA AQUATICA* (Pl. XVII, fig. 16 et 17), de la catégorie des rhizomes aquatiques à parenchyme étoilé ou plutôt radié. La cavité centrale occupe presque les quatre cinquièmes du diamètre. Sous l'épiderme se montrent deux assises de petites cellules à parois épaisses, auxquelles succède un parenchyme lacunaire composé de piles de cellules plates, je veux dire plus larges qu'épaisses, exactement superposées (fig. 17), s'articulant entre elles par trois gros rayons d'autant plus longs qu'ils sont plus rapprochés du milieu de la zone externe qu'ils constituent (fig. 16). Ce parenchyme, qui se trouve aussi au-dessous du plancher des nœuds de l'*Arundo phragmites*, rappelle plutôt la structure des Jones que celle des Graminées ; il a été par moi décrit et figuré dans le *Bull. de la Soc. bot. de France*, tom. XVI, pag. 402 et suiv., pl. III, fig. 1 et 2. L'autre zone, tout à fait réduite à border la grande cavité centrale, se réduit à quelques assises de cellules plus petites et un peu plus épaisses, et à une ligne de tissu libériforme, en dehors de laquelle se montrent épars un ou deux rangs peu réguliers de faisceaux.

Les rhizomes des Graminées non aquatiques offrent autant, sinon plus, de diversité dans leurs formes que les rhizomes aquatiques. Je parlerai d'abord de ceux qui n'ont qu'une feuille-écaille à chaque nœud, ensuite de ceux qui ont trois feuilles-écailles naissant à chacun de leurs nœuds ; et je n'en décrirai que trois de chaque groupe.

Sur le *PSAMMA ARENARIA* (Pl. XVIII, fig. 1 et 2), la zone corticale n'a guère que le sixième ou même le dixième du rayon ; elle est, au-dessous de l'épiderme, d'une ténuité et d'une fragilité extrêmes, et composée de quatre à cinq assises de cellules qui se détruisent toujours très-vite et laissent à nu le système interne. Celui-ci (fig. 1, *i*) se compose d'une ceinture de tissu libériforme, moitié moins épaisse que la zone externe, mais à fibres très-dures, très-résistantes, sans aucun faisceau, et très-dignes de remarque, en ce que leur cavité longitudinale, au lieu d'être centrale, est excentrique et placée vers la périphérie du rhizome (Pl. XVIII, fig. 2, *h*) ; on trouve

dans les rhizomes des *Juncus*, et nous retrouverons dans certains *Agropyrum*, des fibres où cette forme est très-prononcée. Je les ai décrites et figurées dans le *Bull. de la Soc. botanique de France*, tom. XVI, pag. 408, et pl. III, fig. 8, 9, et je les ai nommées fibres *hémicycliques*, à cause de leur forme, qui est presque celle d'un demi-cercle. Les faisceaux peu réguliers et comme géminés, avec des vaisseaux relativement très-gros, sont distribués sur deux ou trois rangs dans le parenchyme médullaire, dur et à parois épaisses vers la périphérie, plus lâche vers le centre et même le plus souvent déchiré en une lacune irrégulière.

Les rhizomes du SORGHUM HALEPENSE (Pl. XVIII, fig. 5) nous offrent une zone externe occupant environ le tiers du rayon; vers le milieu de sa largeur sont distribués, à distances assez inégales, de seize à vingt petits groupes de tissu libériforme, sans aucun vaisseau. Le système interne s'annonce, comme partout, par une ceinture de tissu dense, à parois épaisses, tout farci de vaisseaux; mais ici cette ceinture n'est point entière et continue. Elle est constituée par de larges lames de fibres et de vaisseaux, entre lesquelles pénètrent une ou deux assises de parenchyme identique à celui de la zone externe et à celui qui remplit entièrement le reste de la zone interne, et dans lequel sont, comme à l'ordinaire, épars les faisceaux fibro-vasculaires. Les entrenœuds de ces rhizomes n'ayant guère que 5 à 10 millim. de long, la dépression qui correspond à la naissance du bourgeon se continue sur presque toute leur longueur, et c'est vis-à-vis de cette dépression que la ceinture de tissu fibreux est le plus interrompue; comme si le bourgeon se fût formé un peu aux dépens du système fibro-vasculaire.

Les coupes transversales des rhizomes et des stolons du PANICUM DIGITARIA¹ (Pl. XVIII, fig. 4 et 5) nous font voir un des plus beaux tissus qu'il soit possible d'étudier au microscope. Ces rhizomes sont pleins et présentent les deux systèmes nettement distincts. Au-dessous d'un épiderme à cellules très-étroites et très-longues, la zone externe, occupant environ le huitième du rayon, offre un rang de cellules un peu comprimées dans le sens radial,

¹ *Panicum Digitaria* Laterr.; *Flor. Bord.*, 3^e éd. pag. 103.—*Panicum vaginatum* Gr. et G., *Fl. Fr.*, III, pag. 462. Pour la synonymie de cette plante, voir *Bull. Soc. bot. de France*, tom. XVI, pag. 110 et 111.

à parois peu épaisses mais très-dures, puis trois ou quatre rangs d'un parenchyme tout particulier et comme je n'en ai jamais vu dans les Graminées ; les cellules, étroitement appliquées les unes contre les autres et dès-lors hexagonales, ont des parois molles, incolores, excessivement épaisses et gonflées vers le dedans, avec des canalicules de communication. A la coupe transversale on dirait de grosses fibres libériennes; mais ces cellules s'articulent à angle droit et n'ont en longueur que le double ou au plus le triple de leur diamètre. Le système interne débute par une ceinture de deux ou trois rangs de tissu libériforme, à parois peu épaisses, dans lequel sont épars une quinzaine de petits faisceaux fibro-vasculaires qui repoussent ce tissu vers le dehors et le font un peu empiéter sur la zone externe (fig. 4). En alternance et en pareil nombre à peu près, d'autres s'y accolent vers l'intérieur, et une douzaine sont disséminés dans le reste du tissu. Ces derniers ont cela de particulier que leurs deux gros vaisseaux, au lieu d'être cylindriques, sont demi-cylindriques et donnent par leurs coupes des demi-cercles dont le diamètre est vers le dehors du faisceau. Le tube annulifère y est bien développé, avec des anneaux nombreux et un peu petits. Le tissu parenchymateux qui remplit la zone interne consiste en cellules cylindriques, de grosseurs inégales, exactement superposées en piles de manière à circonscire de grands et nombreux canaux aérifères, lesquels ont de quatre à douze faces courbes rentrantes (fig. 5, a) et règnent sur toute la longueur d'un entrenœud. Comme celles de la zone externe, ces cellules sont environ trois fois aussi longues que larges, et s'articulent à angle droit; leur surface extérieure est assez exactement cylindrique, mais la surface intérieure de leurs parois épaisses et diaphanes, au lieu d'être concentrique à l'autre, rentre et se gonfle en courbes convexes, avec des sinus rentrants exactement vers les points de tangence, de manière que la cavité intérieure se présente avec deux, plus souvent trois, rarement quatre courbes et autant d'angles aigus (fig. 5, b). Par suite de cette disposition, la coupe transversale de chaque cellule donne une figure circulaire dont le pourtour est formé par une suite de 2, 3 ou 4 petites ellipses ; et de toutes ces lignes courbes qui se coupent, résulte un aspect des plus gracieux. C'est, en somme, l'inverse de la structure du *Glyceria aquatica*, où le pourtour des canaux aérifères résulte de portions cellulaires concaves, tandis qu'ici il résulte des

courbes convexes de ces ellipses. Ces portions elliptiques que donne la coupe des parois, présentent dans leur épaisseur des séries de lignes ou plutôt de nuances répondant à des différences de densité ; on dirait même quelquefois qu'il y a au centre une petite cavité lenticulaire. Ces parois, ainsi que celles des cellules de la zone externe, ne sont pas constamment aussi épaisses ; il n'en est ainsi qu'avant l'époque de la fructification, en septembre ; après cette époque, ces parois deviennent moins épaisses, ridées et plissées à leur surface interne, puis enfin flasques, très-minces et tout unies, pour revenir ensuite par une série inverse de changements au premier état décrit. J'ai signalé et figuré ailleurs (*Bull. Soc. bot. de France*, tom. XVI, pag. 110-114, pl. II) ces changements, et j'ai dit les conséquences histologiques qu'il me semble permis d'en tirer ; je n'ai ici qu'à mentionner cette structure si distincte et si remarquable.

Je décrirai maintenant les rhizomes du *Cynodon Dactylon*, du *Sporobolus arenarius* (*pungens* auct.) et de l'*Æluropus littoralis*, comme rhizomes à feuilles-écailles ternées à chaque nœud ; et, attendu que déjà j'ai décrit ailleurs (*Bull. Soc. bot. de France*, tom. XVI, pag. 107-109) cette particularité, qui en est le trait le plus saillant, je serai bref et me bornerai à noter la diversité des tissus.

Palisot de Beauvois a donné de la structure des rhizomes du *CYNODON DACTYLON* une figure très-imparfaite (*Agrost.*, pl. I, fig. 4,) et une explication plus imparfaite encore (o. c. Explication des planches, pag. 1). Les assises de parenchyme qui constituent la zone externe sont par cet auteur qualifiées « épiderme », et la ceinture de tissu libériforme et de faisceaux qui enveloppe la zone interne est pour lui « un corps recouvert par l'épiderme ». Il n'a pas saisi ce qu'il y a de général dans cette structure. Sur cette plante (Pl. XVIII, fig. 6), la zone corticale est à peine le huitième du rayon et se compose, au-dessous de l'épiderme, d'un ou deux rangs de fibres, puis de cinq à six rangs de cellules hexagonales, à parois épaisses. Ces rhizomes étant déprimés, les coupes transversales en sont ovales ; mais le système interne étant cylindrique, il s'ensuit que la zone corticale présente deux régions plus larges et opposées. Sur ces points, le tissu parenchymateux est plus lâche et se disjoint même en formant deux ou trois lacunes irrégulières (fig. 6, e'). Cette circonstance suffirait pour faire distinguer ces

rhizomes de beaucoup d'autres. Le système interne (fig. 6, *i*), très-nettement séparé de l'autre, se compose d'abord d'une bande de tissu libériforme très-dense, dans laquelle est régulièrement disposé, vers l'extérieur, un rang de petits faisceaux, et, au-dessous, d'une masse de cellules très-pressées, si rigoureusement hexagonales et à parois si épaisses, que cette épaisseur et cette régularité suffiraient également pour faire distinguer ce rhizome de tout autre. Ce tissu est tout rempli de granules amylacés, et vers le centre il se fend le plus souvent et laisse une cavité irrégulière. Les faisceaux y sont assez régulièrement distribués et présentent la composition normale. J'ai trouvé des rhizomes de cette plante qui s'étaient avancés sur la surface de l'eau à plus de 1 mètre du bord ; la composition n'en était pas modifiée.

Les rhizomes du *SPOROBOLUS ARENARIUS*¹ sont extrêmement longs, et en juillet 1868, sur la plage de Palavas et en compagnie de M. Barrandon, j'en ai recueilli qui avaient plus de quinze mètres de long. La zone externe (Pl. XVIII, fig. 7, *e*) est très-réduite et est à peine du quinzième du rayon ; elle offre sous l'épiderme un rang ou deux de cellules à parois très-épaisses, puis deux de cellules à parois minces. La ceinture de tissu libériforme qui entoure le système interne (fig. 7, *i*) est tout aussi mince et ne comprend que deux ou trois rangs de ce tissu contre lequel, à l'intérieur, viennent s'appuyer quelques faisceaux. Sur huit ou dix points de son pourtour, ce même tissu s'avance à travers le parenchyme de la zone externe presque sous l'épiderme, en formant des ondulations assez régulières, dans l'angle desquelles se trouve un très-petit faisceau fibreux ; sur le *Sorghum halepense*, c'était au contraire le parenchyme qui interrompait la ceinture du tissu libériforme. Jusqu'à la cavité centrale, qui est environ le tiers du diamètre et très-irrégulière, le reste du parenchyme contient épars trois ou quatre rangs de faisceaux fibro-vasculaires.

A vrai dire, les rhizomes de l'*ÆLUROPUS LITTORALIS* (Pl. XVIII, fig. 8), par leur présence sur des points inondés et par leur structure, appartiennent au groupe des rhizomes submergés ; ils en ont en effet la cavité centrale nette-

¹ *SPOROBOLUS ARENARIUS* Gouan sub : *Agrostis*. — *Sporobolus pungens* auct. On trouvera dans le *Bull. de la Soc. botan. de France*, tom. XVI, pag. 293 et 294, l'exposé des motifs qui m'ont fait reprendre ce nom comme princeps.

ment limitée et les nombreux canaux aërifères de la zone externe (fig. 8, *e*). Celle-ci est constituée, au-dessous d'un épiderme très-mince, par un ou deux rangs de cellules à parois épaisses, auxquelles succède un rang de canaux aërifères très-nombreux séparés par des cloisons d'un rang ou deux de cellules très-fragiles et se détruisant bientôt; elle occupe à peu près le tiers du rayon; mais les rhizomes étant déprimés, comme ceux du *Cynodon Dactylon*, elle devient plus large sur les côtés répondant à la naissance des bourgeons. La zone interne (fig. 8, *i*), à peu près de même épaisseur, débute par une couche de cellules sous laquelle reposent d'abord une couche de fibres hémicycliques (fig. 8, *h*) à contour presque rectangulaire, puis plusieurs couches de tissu à parois épaisses sans faisceaux. Du parenchyme à cellules inégales, dans lequel sont disséminés deux ou trois rangs de faisceaux, constitue le reste des tissus jusqu'à la cavité centrale, égale au tiers du diamètre.

Je dois borner ici ces détails. L'examen auquel pourrait donner lieu la forme de certains tissus trouvera sa place ailleurs. J'ai voulu seulement montrer que, dans leur structure, les rhizomes des Graminées offrent autant de diversité que les feuilles.

SECONDE PARTIE

Application à la distinction spécifique des AGROPYRUM de l'Hérault.

1. HISTORIQUE.

*Species tot sunt quot diversæ formæ
seu STRUCTURÆ Plantarum, rejectis istis
quas locus vel casus parum differentes,
(varietates) exhibuit, hodiernum occur-
runt.*

LINNÉ, *Gen. Plant.*, Rat. op., § 5.

Après avoir constaté que l'étude anatomique des Graminées révèle des différences très-grandes entre espèces du même genre, j'ai été naturellement amené à rechercher si, dans les genres « difficiles », ces différences anatomiques ne pourraient pas être utilement appelées au secours ou au contrôle de celles qu'on tire des caractères extérieurs. Et naturellement encore ma pensée s'est portée sur les AGROPYRUM¹, réputés difficiles parmi les Graminées françaises.

En effet, si, dans cette section des *Triticum*, il a été établi quelques types que l'on reconnaît et auxquels on peut rapporter les individus que l'on rencontre, il en est quelques autres dont les caractères distinctifs sont comme insaisissables, varient d'auteur à auteur, et dont on ne peut se faire une idée spécifique assez nette pour les bien distinguer, et y rapporter ensuite ce qui se présente. On pourrait quelquefois se laisser aller à croire que les types n'ont pas été assez multipliés, et que la question se réduirait à

¹ Bien que je ne considère les *Agropyrum* que comme une section du genre *Triticum*, j'emploierai le plus souvent le nom *Agropyrum*, afin d'éviter de fastidieuses répétitions de synonymie; et dans ce qui va suivre ce nom équivalent à cette expression : *Triticum*, section *Agropyrum*.

grouper les individus semblables et à en prendre les caractères *communs et persistants*, si délicats et si faibles qu'ils fussent, pour en faire autant de types. Or, si cela était possible, cela serait déjà fait ; mais la difficulté vient précisément de ce que, sur un même pied à chaumes nombreux, on ne trouve pas cette persistance dans les caractères extérieurs désignés d'ordinaire comme distinctifs.

En effet, cherche-t-on un caractère :

1° Dans la forme générale de l'épi ?

On trouve sur la même souche des épis lâches et d'autres plus ou moins compacts ;

2° Dans le rapport de longueur entre les épillets et les entrenœuds du rachis ?

Il y a des différences entre les épillets inférieurs et les épillets supérieurs d'un même épi ;

3° Dans la longueur des glumes par rapport à celle de l'épillet, longueur qui a fourni un principe de grande division (Boreau, *Rev. des Agrop.*, pag. 359), suivant qu'elle atteint la moitié ou les deux tiers de l'épillet ?

On rencontre sur un même pied et sur un même épi de *T. junceum*, le moins douteux de tous, cette longueur variant de $\frac{2}{5}$ à $\frac{1}{5}$; et, sur chaque pied de chaque espèce, il y a, selon l'âge et le nombre des fleurs, variation de cette relation de longueur ; il arrive en effet que si un épillet est très-jeune ou n'a que deux ou trois fleurs, ses glumes ont les $\frac{3}{4}$ de sa longueur ; si, sur le même pied, des épillets ont huit ou dix fleurs, les glumes ne couvrent plus que la moitié de la longueur totale, mais elles atteignent toujours les $\frac{3}{4}$ de la longueur des deux ou trois premières fleurs inférieures des épillets pauciflores ou encore très-jeunes ;

4° Dans la terminaison des glumes et des glumelles, mutiques, mucronées ou barbues ? dans le nombre et le point d'arrêt de leurs nervures ?

Les variations sont plus grandes encore ;

5° Dans la forme du caryopse ?

Neuf fois sur dix la plante est stérile ;

6° Dans les nervures des feuilles ?

Beaucoup plus solide, ce caractère devient commun à plusieurs espèces

d'un même auteur; ou bien, comme nous le verrons plus loin, deux auteurs indiquent pour le même type des caractères très-différents.

Ainsi, variations sur les plantes, variations dans les expressions des auteurs. On ne sait à quoi se prendre pour trouver quelque chose de stable et de persistant, et, dans cette incertitude, on est tout d'abord tenté de faire sauter en l'air toutes ces espèces, comme un de nos floristes régionaux les plus distingués l'a fait par cette simple phrase : «TRITICUM REPENS L.... Plante très-variable...., à laquelle appartiennent *T. repens, glaucum, pungens, acutum, campestre* et *macrostachyum* de quelques auteurs de l'Ouest» (Lloyd, *Fl. Ouest*, 2^e éd., pag. 600). Mais avant d'allumer ainsi la mine, la prudence exige qu'on ait épuisé tous les moyens d'investigation et recherché si, parmi tous ces condamnés, il n'y en aurait pas quelqu'un qui fût digne de vivre encore.

Instruisons d'abord le procès, et, pour cela, exposons l'historique de la distinction des espèces mentionnées sur notre sol : nous verrons ainsi à quelle époque et avec quels titres plus ou moins valables elles ont été inscrites aux registres de l'état civil de notre flore.

Scheuchzer, le père de l'agrostographie, et en particulier de l'agrostographie française, attendu que le plus grand nombre des plantes qu'il a décrites lui venaient de Paris par Ant. de Jussieu et Vaillant, ou du Jardin de Montpellier et des bords méditerranéens visités par lui, Scheuchzer ouvre son *Agrostographia* par la mention d'un groupe spécial de huit plantes qui paraissent se rapporter aux *Agropyrum*, et il les cite dans l'ordre et sous les noms suivants :

GRAMINA SPICATA, <i>Spica triticea</i> simplici.....	p. 2
1 Gramen latifolium spica triticea compacta C. B.....	p. 4
2 Gramen caninum arvense, sive Gramen Dioscoridis C. B.....	p. 5
3 Gramen caninum maritimum spica triticea nostras Raii.....	p. 6
4 Gramen Tritici spica muticæ simili angustifolium C. B.....	p. 7
5 Gramen angustifolium spica triticea compacta C. B.....	p. 8
6 Graminis spica triticea repentis vulgaris varietas, cum spica aristata Raii.	p. 9
7 Gramen spica triticea compacta, hirsutum, aristatum Scheuchz.....	p. 9
8 Gramen aristis longioribus donatum Scheuchz.....	p. 10

Le tableau suivant indique les opinions de Linné, de Gaudin et de Trinius, sur les plantes de Scheuchzer :

N ^{os} DE SCH.	OPINION DE LINNÉ.	OPINION DE GAUDIN.	OPINION DE TRINIUS.
1		Trit. rep. <i>Fl. helv.</i> , I, p. 363.	Trit. repens procerius <i>Clav. agr. ant.</i> , n ^o 1007.
2	Trit. repens <i>Sp. pl.</i> . I ^e éd., p. 86.	T. repens <i>Agr.</i> , I, p. 343.	T. repens o.c., n ^o 696.
3	<i>Elym. arenarius Sp. pl.</i> I ^e éd., p. 83.		T. repentis v. sec. Smith. Cf. <i>T. acutum</i> DC. et <i>T. litt. Host.</i> , o.c., n ^o 711.
4	<i>T. junceum Aman.</i> IV, p. 266.	T. repens <i>Agr.</i> , I, p. 344.	<i>T. forte rigidum</i> DC. n ^o 1894
5			<i>T. pungens</i> DC., o.c. n ^o 413
6	<i>T. caninum Sp. pl.</i> I ^e éd., p. 86.		Trit. repens aristatum o.c. n ^o 1994.
7			<i>T. repens</i> varietas o.c. n ^o 1753
8	<i>T. canimum Sp. pl.</i> I ^e éd., p. 86.	T. repens? <i>Agr.</i> , I, p. 344. <i>Fl. helv.</i> , I, p. 363	<i>T. caninum sine dubio</i> o.c. n ^o 1753.

De ces huit plantes, Linné en laisse donc trois de côté sans aucune mention : les n^{os} 1, 5 et 7 ; il vise les cinq autres et les rapporte à quatre de ses espèces : n^o 3 à son *Elymus arenarius* ; n^o 2 à son *T. repens* ; n^o 4 à son *T. junceum* ; n^{os} 6 et 8 à son *T. caninum* de la 1^{re} édit. du *Species*.

Il a paru à plusieurs auteurs qu'il s'était glissé quelques méprises dans ces rapprochements. Ainsi Smith écarte avec raison le n^o 5 de la synonymie de l'*Elymus arenarius*, pour le rapporter, avec moins de raison peut-être, à la variété γ de son *T. repens*, *Fl. brit.* I, pag. 158, devenue plus tard (teste Godron, *Fl. Fr.* III, pag. 606) l'*A. pungens*, Roem. et Schlt. Trinius a bien vu qu'il n'y avait pas justesse parfaite dans cette opinion de Smith, mais il s'est borné à indiquer une comparaison à faire entre la plante de Scheuchzer et les *T. acutum* DC, et *littorale* Hott. Comme Scheuchzer n'indique pour sa plante aucune provenance, nous n'insisterons pas.

Le n^o 2 n'a soulevé aucune contestation.

Mais le n^o 4 ne peut en aucune façon être rapporté au *T. junceum* L. ;

Gaudin y voit une grande forme du *T. repens*, et Trinius, avec un doute assurément très-motivé, le rapporte au *T. rigidum* DC.—L'excellente description de Scheuchzer et la figure de G. Bauhin (*Prodr.*, pag. 17, fig. de droite) permettent d'y reconnaître l'*A. campestre* Godr.—D'ailleurs Linné a corrigé lui-même sa méprise sur ce point. En établissant son *T. junceum* (*Amæn.* IV, cent. 1, pag. 266 ; 1755), Linné cita, comme description, le n° 4 de Scheuchzer et, comme figure, G. Bauhin *Prodr.*, pag. 18, t. 17. Or, comme Scheuchzer indique sa plante dans le Valais, et que Bauhin avait dit de la même : « n° LVI... locis arenosis circa Basileam provenit », Linné indique pour provenance « Helvetia », ajoutant : « Oriente », attendu que la plante qu'il faisait décrire dans cette centurie lui venait d'Orient par Hasselquist, et que dans son herbier elle est, au témoignage de Hartmann, marquée d'un H, mais n'est pas un *T. junceum*. La plante indiquée en Suisse ne l'était pas davantage. Toutefois le vrai *T. junceum* existe dans l'herbier de Linné, étiqueté « manu propria » (Hartm ; *Ann. herb. linn.*, pag. 207 ; et *Bull. Soc. bot. Fr.* XIII, pag. 150) ; mais c'est seulement dans son *Mantissa altera*, pag. 527, 1771, que Linné donna la description exacte du *T. junceum* reconnu depuis lui ; et là, il effaça toute citation de Scheuchzer et de Bauhin.

Le n° 6 rapporté par Linné, dans la 1^{re} édit. du *Species*, à son *T. caninum*, ne s'accorde pas avec cette plante, comme le prouvent les premiers mots de la description de Scheuchzer : « Radix geniculata, repens » ; .. et plus loin l'habitat : « In Horto regio parisiensi locis incultis » pag. 9. Aussi Linné, dans la 2^e édit. du *Species*, en transférant son *T. caninum* au genre *Elymus*, fit-il disparaître cette synonymie, et Trinius semble avoir toute raison de faire du n° 6 de Scheuchzer une variété barbue du *T. repens*. Mais le n° 8, d'abord visé par Linné à son *T. caninum* et effacé à son *Elymus caninus*, paraît très-bien se rapporter à la plante de Linné, au *T. caninum*, auct. rec., bien que Gaudin l'ait avec hésitation rapporté au *T. repens*.

Les trois nos 1, 5 et 7, non mentionnés par Linné, sont rapportés par Trinius, savoir : 1 et 7 à des formes du *T. repens*, et le n° 5 au *T. pungens* DC. Gaudin rapporte aussi le n° 1 au *T. repens*, et ne fait nulle mention des nos 5, 5, 6, 7.

Ainsi, après les incertitudes de Scheuchzer, causées par la multiplicité des formes du *T. repens*, nous aboutissons à trois espèces linnéennes : *T. junceum*, *T. repens*, *T. caninum*. Et, en vérité, Linné ne fut pas heureux dans l'établissement de ses espèces, car il fut obligé de revenir complètement sur les caractères de son *T. junceum*, et il eut le tort de faire passer au genre *Elymus* son *T. caninum*, sur la vue d'un épi portant à sa base des épillets géminés.

Ni Lamarck dans les deux éditions de sa *Flore françoise* (1778 et an III), ni De Candolle dans la sienne, 1805, ni Loiseleur-Deslongchamps dans la 1^{re} édition de son *Flora gallica* (1806), n'augmentèrent le nombre des espèces vivaces de *Triticum*, quoique dès 1804 Desfontaines eût mentionné (sans le décrire, il est vrai) son *T. glaucum* (*Tabl. éc. d. Paris*, pag. 16), qui, suivant De Candolle, *Fl. fr.*, VI, pag. 281, doit se rapporter à la ν^e β du *T. junceum* Lam. *Dict.* II, pag. 562 ; et qu'en 1805, Persoon eût établi son *T. pungens* (*Syn.* I, pag. 109, n^o 7*) comme voisin du *T. junceum*, mais sans figure et avec une description très-réduite. Or, Lamarck, trompé par ce que Linné avait d'abord dit de son *T. junceum*¹, distinguait si peu le vrai *T. junceum* L., qu'il l'indiquait en France « le long des chemins et des haies » (*Dict.* II, pag. 562). De plus, Pourret établit dans le *Suppl. au Dict.*, II, pag. 678, que le *T. junceum* décrit dans la *Flore française* de De Candolle n'est que le *T. glaucum* de Lamarck, dont il sépare le *T. farctum* Viv. De Candolle avait en effet effacé le *T. junceum* de son *Synopsis*. La confusion était donc très-grande, lorsqu'en 1810 Loiseleur-Deslongchamps, dans sa *Notice des plantes*, etc., pag. 28, 29, commença à y jeter un peu de jour : il reconnut et rétablit le vrai *T. junceum* L.; mentionna avec exactitude le *T. rigidum* Schrad. (*T. elongatum* Host ; *A. scirpeum* Presl), et moins exactement le *T. pungens* Pers. Mais en 1812 tout s'embrouilla de nouveau avec Palisot de Beauvois, qui, en établissant le genre *Agropyron*, accumula comme à plaisir toutes les inexactitudes imaginables ; cita comme espèces distinctes et éloignées *T. sepium* Lam. et *T. caninum* L.; fit rentrer

¹ Trompé également par le caractère que Linné avait assigné à son *Triticum* (*Elymus*) *caninum* : « *spiculis infimis geminis* », Lamarck fit un double emploi en nommant la même plante *Trit. sepium* (*Fl. fr.*, III, pag. 629).

dans ce genre *T. unilaterale* L. et *T. maritimum* L., etc.; assigna comme caractères à son genre *Agropyron* « spica composita », et aux genres *Triticum*, *Secale*, *Ægilops*, « spica simplex », etc. (*Agrost*, pag. 101 et 102). On conçoit qu'un genre si mal établi ait été repoussé et le soit encore par un grand nombre de botanistes. En 1815, dans son *Supplément*, De Candolle reprit le *T. junceum* exclu du *Synopsis*, adopta les *T. glaucum* Desf., *T. rigidum* Schrad. (qu'il identifia au *T. elongatum* Host), *T. pungens*, Pers., et y ajouta son *T. acutum*, pag. 282, déjà décrit en 1815 dans le *Cat. hort. Monsp.*, pag. 153), ce qui donnait la série suivante :

N ^o 1660	Trit. caninum L.;	N ^o 1662 a	T. acutum DC.;
1661	T. repens L.;	1862 b	T. rigidum Schrad.;
1661 a	T. glaucum Desf.;	1662 c	T. pungens Pers.
1662	T. junceum L.;		

Mais malheureusement la synonymie des *T. rigidum*, *pungens* et *glaucum* se trouvait très-compiquée et, ce qui était presque inévitable à cette époque, très-embrouillée et très-incertaine : ainsi, la ν^e γ de son *T. rigidum*, pag. 282, et la ν^e γ de son *T. pungens*, pag. 283, ne sont qu'une seule et même plante, une variété du *T. repens* : *T. repens* b *maritimum* Koch, u. Ziz, *Cat.*, pl. *Pal.*, pag. 5 ; *T. repens* ϵ *cæsium* Doell, *Fl. Bad.*, I, pag. 150. Et encore la ν^e α de son *T. rigidum* ne serait, d'après M. Godron (*Fl. fr.*, III, pag. 607), que le *T. glaucum* Desf. Que serait alors le *T. glaucum* DC. ? De plus, les descriptions sont insuffisantes et trop peu comparatives. On peut en juger par l'extrait ci-dessous :

« <i>T. acutum</i> DC. Sa racine est rampante; ses feuilles glauques, roides, piquantes, roulées par leurs bords... Épillets alternes, distiches, rapprochés, plus petits que dans le <i>T. junceum</i> ; axe de l'épi lisse; glumes pointues, marquées de 5 à 7 nervures seulement; ses balles sont plus pointues que dans le <i>T. junceum</i> , et le dos des glumes est tantôt lisse et tantôt un peu rude », pag. 282.	« <i>T. pungens</i> Pers. Sa racine est rampante; ses feuilles sont planes à la base, roulées par leurs bords vers le sommet, qui est un peu roide et piquant; les épillets sont alternes, distiches, rapprochés en un épi continu et dont l'axe est dur au toucher; les glumes sont pointues, égales entre elles, à 5 ou 7 nervures; les fleurs dépourvues d'arête et terminées par une petite pointe », pag. 283.
---	---

Il n'est pas non plus bien facile de savoir à quelle plante se rapporte ce que l'illustre auteur a dit de son *T. glaucum* : « Les fleurs fertiles se terminent par de longues barbes ; les stériles sont nues », pag. 281.

En 1828 parurent presque simultanément le *Botanicon gallicum* de M. Duby, qui ne mentionne plus le *T. glaucum* et ramène le *T. pungens* Pers. et DC. en variété au *T. repens*, et la 2^e éd. du *Flora gallica* de Loiseleur-Deslongchamps qui ne mentionne ni le *T. glaucum*, ni le *T. acutum*.

Dans sa *Flore française*, 1837, Mutel ramène au *T. repens* les *T. pungens* Pers. et *T. acutum* DC. ; identifie le *T. glaucum* Desf. avec le *T. intermedium* Host, et de plus avec le *T. glaucum* du même ; ne reconnaît plus le *T. rigidum* Schrad., en ce sens qu'il le confond avec une plante de Montélimar, et ainsi reproduit la confusion et la porte à son comble.

En 1854, dans ses *Notes sur la Flore de Montpellier*, M. Godron, après avoir rapporté à l'*Agr. scirpeum* Presl la plante que Loiseleur et De Candolle avaient avec raison rapportée au *T. rigidum* Schrad., et qui n'en diffère que par une taille moins élevée, établit trois nouvelles espèces :

Triticum pycnanthum Godr.¹.

T. Pouzolzii Godr.

T. latronum Godr.².

Dans la *Flore de France*, 1856, les deux premières espèces ont été conservées, et la troisième rapportée en variété *microstachyum* à ce qui a paru aux auteurs être le *T. glaucum* Desf. ; et dans le même ouvrage fut établi l'*Agr. campestre* pour une plante que sa couleur la plus ordinaire avait fait confondre, suivant M. Godron, avec le *T. glaucum* Desf.

¹ C'est à tort que dans deux flores régionales très-estimées et très-estimables, le terme *pycnanthum* est traduit par « *Agr. à fleurs piquantes* », expression propre à induire en erreur sur une plante qui a ses glumes et ses glumelles « obtuses et tronquées » Godr. πυκνός signifie dense, dru, serré. Les épithètes *acutum* et *pungens* sont d'ailleurs fâcheuses, car on ne sait à quoi elles se rapportent ; les divers auteurs disant de ces deux espèces qu'elles ont les feuilles piquantes et les glumes aiguës.

² On m'a demandé plus d'une fois ce que veut dire *T. latronum*. J'ai appris indirectement que le savant auteur de ce nom, mécontent de l'hospitalité reçue dans les hôtels ruraux des environs de Digne, s'était rappelé un vieux jeu de mots sur le nom de cette ville : *Urbs indigna, digna spelunca latronum*, et qu'il en avait fait une application à la plante trouvée par lui près de Digne. (Voir *Bull. Soc. bot., Fr.* VI pag. 462 ; et Boreau ; *Rev. Agrop.*, pag. 352.)

En 1859 fut décrit l'*Agropyrum Rouxii* Gren. et J. Duv.-J. d'après une plante trouvée par M. H. Roux sur les bords de l'étang de Berre (Grenier, *Flor. mass. adv. suppl.*, pag. 23).

Ainsi que plusieurs autres auteurs, M. Boreau a adopté les espèces de M. Godron qui croissent dans le domaine de sa *Flore du centre*, 3^e éd., 1857; et, en outre, dans sa *Revue des Agropyrum d'Europe* (*Mém. Soc. acad. Maine-et-Loire*, tom. XXIV, pag. 547 à 560), ce savant botaniste et si habile descripteur a mentionné comme espèces distinctes et croissant en France l'*Agr. obtusiusculum* Lange (*Haandb. danske Flora*, pag. 55¹ et l'*Agr. cæsium* Presl (*Del. prag.*, pag. 215), que Koch rapportait au *T. repens*.

Ainsi, en ce moment, sont inscrites en France, et dans l'ordre suivant, treize espèces de *Triticum* (Sect. *Agropyrum*) :

Triticum junceum L.;
Tr. elongat. Host (1802); *T. rigidum* Schrad. (1803); *Agr. scirpeum* Presl;
Triticum acutum DC.;
Agropyrum obtusiusculum Lange;
Triticum pungens Pers.;
Triticum pycnanthum Godr.;
Agropyrum campestre Godr. et Gr.;
Triticum glaucum Desf.;
Triticum Pouzolzii Godr.;
Agropyrum cæsium Presl;
Triticum repens L.;
Triticum caninum L.;
Agropyrum Rouxii Gren. et J. Duv.-J.

Quoiqu'il ne s'agisse en ce moment que des espèces françaises, il convient de dire un mot des opinions des floristes nos voisins.

Pour la flore d'Espagne, M. Willkomm adopte les espèces et la synonymie de M. Godron, en y joignant la description de formes ou d'espèces tout à fait locales.

Pour l'Algérie, M. Cosson ramène le *T. glaucum* Desf. en variété au *T. repens*, et réunit, ce nous semble avec pleine raison, les *T. rigidum*

¹ On consultera avec fruit la traduction des descriptions du genre *Agropyrum*, de M. J. Lange dans le tome V du *Bull. de la Soc. bot. de Belgique*, pag. 153 et suiv.

Schrad. (1805) et *Agr. scirpeum* Presl (1826) au *T. elongatum* Host (1802), avec droit de priorité pour ce dernier.

En Italie, M. Caruel réduit à une v^e β *arenarium* du *T. repens* le *T. pungens* Pers., que M. Parlatore maintient comme très-bonne espèce; Bertoloni n'avait fait cette réduction que pour le *T. pungens* de quelques auteurs italiens (*Fl. ital.*, I, pag. 805), tout en excluant de l'Italie le *T. pungens*, que M. Godron déclare commun sur nos côtes de la Méditerranée. Le même auteur avait formellement distingué comme trois espèces les *T. elongatum* Host, *T. rigidum* Schrad. et *Agr. scirpeum* Presl.

Dans la Suisse, Gaudin ne mentionne que trois espèces : *T. caninum*, *T. repens* et un *T. intermedium*, dont il rapporte, d'après Koch, une variété au *T. glaucum* Desf., et une autre au *T. intermedium* Host (*Fl. helv.*, I, pag. 362-366).

En Belgique, M. Dumortier a tenté une réforme du genre *Agropyrum*, où, à côté de l'*Agr. junceum*, il réduisait les *Agropyrum* maritimes à deux types, ayant chacun cinq variétés :

A. pungens Dum. Paleis oppositis liberis ;

A. littorale Dum. Paleis vaginantibus (*Agrost. belg., tent.*, pag. 96-97) ;

caractère trop peu marqué qui n'a pas permis à cette réforme de prévaloir; et M. Crépin dans la 2^e éd. de son *Manuel* (1866) mentionne les espèces belges sous les noms de la *Flore de France* rapportés ci-dessus, mais en exprimant ses incertitudes et ses doutes avec la plus estimable loyauté, pag. 358.

Les auteurs allemands n'ont point dans ces derniers temps introduit d'espèces nouvelles, mais ils ont admirablement distingué et décrit les variations du *T. repens* (voir notamment Doell, *Fl. Bad.*, I, pag. 128-131; Ascherson, *Fl. Brandb.*, I, pag. 868-869). Dans son *Synopsis*, Koch avait ramené le *T. laxum* Fries au *T. acutum* DC., et le *T. pungens* Pers. à n'être qu'une variété du *T. repens*, de même que le *T. glaucum* Desf.; le tout avec beaucoup de doute. Mais Host mérite un examen tout particulier par le soin apporté dans ses descriptions et dans l'exécution de ses belles planches; et il est pour moi évident que si le texte et les figures de cet auteur eussent été attentivement étudiés et comparés, plus d'une confusion eût été évitée.

Sept *Triticum* vivaces sont figurés et décrits dans les *Icones et descr. Gram. austr.*, savoir :

Trit. littorale, tom. IV, tab.	9
Trit. glaucum, IV,	10
Trit. repens, II,	21
Trit. intermedium, II,	22
Trit. junceum, III,	33
Trit. elongatum, II,	23
Trit. caninum, II,	25

Cet ordre est celui que Host a employé dans son *Flora austriaca*. Des espèces ci-dessus mentionnées, quatre sont immédiatement mises hors de discussion, ce sont : *T. caninum*, *junceum*, *elongatum* et *repens*; ce dernier représenté dans une de ses formes à gros épillets mutiques. De Candolle n'a cité pour ses espèces qu'une seule figure de Host, celle du *T. elongatum* auquel il rapporte son *T. rigidum*. — Koch, qui cite toujours avec un soin scrupuleux les figures de Host, est d'accord avec nous pour rapporter sans hésitation les quatre espèces précitées de Host à ses *Triticum* de même nom; mais quant aux trois autres il est loin d'agir de même. D'abord, et bien qu'il mentionne comme espèce le *T. glaucum* Desf., il ne rapporte ni à cette plante ni à aucune autre de sa flore le *T. glaucum* que Host indique sur les bords de l'Adriatique, et, quant aux deux autres, ce n'est qu'avec doute qu'il rapporte, d'une part, le *T. littorale* au *T. repens*, et, d'autre part, le *T. intermedium* au *T. glaucum* Desf., ajoutant que ce n'est peut-être qu'une grande variété du *T. repens*. Ainsi, pour Koch, le *T. glaucum* est trop incertain, et l'*intermedium* et le *littorale* ne seraient que des formes du *T. repens*. Or, Host dit de son *T. littorale* : « Folia rigida, crassa, apice convoluta et pungentia, facie glauca profunde striata, scaberrima, ad oras aculeata »... Ces caractères et l'habitat « in humidis ad littus maris adriatici » ne permettent en aucune façon la réduction au *T. repens*, réduction faite par Koch sur une plante cultivée au jardin de Vienne et peut-être mal étiquetée; mais ces mêmes caractères et la figure ne laissent aucun doute sur l'identité du *T. littorale* Host et de plusieurs de nos formes littorales. Il y a plus, Host a pris la précaution de décrire et de figurer les variations que cette plante présente, tom. IV. tab. 9, fig. 2 : « spicis muticis »; fig. 5:

«spicis brevi arista terminatis»; et l'examen de ces formes, et le rapprochement des épillets sur l'épi ne laissent pas le moindre doute et commandent d'y rapporter en identification le *T. pycnanthum* Godr., tout en faisant des réserves sur la possibilité de ramener à ce même type d'autres *Triticum* littoraux. Le *T. glaucum* Host, également maritime, est difficile à reconnaître, attendu que son auteur, tout en le figurant avec de grosses nervures, dit expressément; «folia plana, facie lævia, tantum ad oras scabra» (*Gram. austr.*, IV, pag. 6; *Fl. austr.* I, pag. 179), ce qui ne peut s'appliquer à aucune de nos espèces, pas même exactement aux formes glauques du *T. repens*¹. Quant au *T. intermedium* Host, ce n'est point une plante maritime; elle croit: «in Austriæ, Hungariæ collibus, arenosis, asperis»; ses feuilles sont «facie scabra, in aridis convoluta»; ses glumelles sont mutiques, etc. Ce ne peut être un *T. repens*; la figure en exclut l'idée, tandis qu'elle s'accorde de tout point avec l'*Ag. campestre* Godr. La description de cette plante dans le *Gram. austr.* II, pag. 18, contient bien quelques traits se rapportant à l'*A. glaucum* Godr.: «Corollæ valvula exterior truncata»; mais cette expression a disparu de la description de la même plante dans le *Fl. austr.* I, pag. 180. Aussi, je n'hésite pas un instant à établir la synonymie suivante des *Triticum* de Host avec les plantes françaises:

Trit. littorale, tom. IV, tab. 9	=	Tr. pycnanthum et T. pungens Godr.
Trit. glaucum, IV, 10	=	X.
Trit. repens, II, 21	=	Tr. repens, G. et G.
Trit. intermedium, II, 22	=	A. campestre Godr.
Trit. junceum, III, 33	=	A. junceum G. et G.
Trit. elongatum, II, 23	=	A. scirp. G. et G. et T. rigidum Schrad.
Trit. caninum, II, 25	=	A. caninum G. et G. et auct.

Si à côté de l'inscription d'un *Agropyrum* dans nos flores se trouvaient un signalement avéré et une figure fidèle de chaque type et de ses variations,

¹ Ajoutons que Bertoloni regarde les *T. glaucum* et *littorale* Host comme se rapportant au *T. repens* (*Fl. it.*, I, pag. 803 et 804. L. Reichenbach, après avoir identifié au *T. glaucum* Desf. les *T. glaucum* et *intermedium* Host (*Fl. exc.*, pag. 20), fait plus tard de l'*intermedium* et du *littorale* deux espèces propres et distinctes (o.c., pag. 140). Malheureusement les figures qu'il en donne (tab. CXXI, fig. 262 et 263, et tab. CXXIII, fig. 269 et 270) ne reproduisent pas bien exactement les caractères de celles de Host.

comme celles que Host a données, nous verrions cesser nos incertitudes ; mais malheureusement il est loin d'en être ainsi. Les bonnes figures manquent quelquefois, ou ne concordent pas toujours, ou trop souvent ne se trouvent que dans des ouvrages très-peu répandus, comme on peut le voir par la liste iconographique qui va suivre. Les figures d'une plante se divisent en diverses catégories, auxquelles répondent divers degrés d'authenticité et d'importance, savoir : au premier rang, les figures dues à l'auteur de l'espèce et en accompagnant la description princeps : elles seront précédées de !! ; au second rang, les figures visées et citées par l'auteur de l'espèce : elles auront un ! ; enfin les figures non visées par l'auteur de l'espèce.

T. JUNCEUM L.

- 1790 *Fl. dan.*, VI, t. 916.
- 1795 *Smith Engl. bot.*, XI, t. 814.
- 1804 *Knapp Gram.*, t. 113.
- 1805 *Svensk bot.*, IV, t. 269.
- 1805 *Host Gram. austr.*, III, t. 33.
- 1806 *Sibth. Fl. græc.*, I, t. 99.
- 1808 *Viv. Fl. it.*, t. 26.
- 1846 *Reichb. Ic. fl. germ.*; 2^e éd., I, t. 122, f. 267.
- 1852 *Anderss. Gram. Scand.*, t. 1, f. 1.

T. ELONGATUM Host; *T. rigidum* Schrad; *A. scirpeum* Presl.

- 1802 !! *Host Gram. austr.*, II, t. 23.
- 1846 *Reichb. Ic. fl. germ.*, 2^e éd., I, t. 123, f. 271.
- 1680 ! *Moris. Hist.*, sect. 8, t. 2, f. 5. Cité par Schrader pour son *T. rigidum*.
- 1823 *Dumort. Ag. belg.*, t. 2, f. 7; mala et omnino dubia.
- 1843 *Nees von Es. Gen. pl.*, t. 30, f. 16-21.

Aucune figure n'est citée pour l'*A. scirpeum* Presl, ni par les auteurs italiens, ni par MM. Godron et Boreau.

T. ACUTUM DC.

- 1823 *Reichb. Iconogr.*, I, t. 21, f. 1391 (sec. Godron et Lange).
- 1827 *Fl. dan.*, XI, t. 1863 (sub : *T. littoreum* Schum.); n'est, suivant M. Lange, qu'une forme grêle et chétive de cette espèce (*Bull. Soc. bot. Belg.*, V, pag. 156.)
- 1830 *Fl. dan.*, XII, f. 1986 (sec. Pritzel.)

- 1846 Reichb *Ic. fl. germ.*, 2^e éd., I, t. 121, f. 264, sub. : *T. affine* Deth.; citée par MM. Andersson et Lange.
1852 Anderss. *Gram. Scand.*, t. 1, f. 3, sub : *T. laxum* Fries. M. Lange ne la cite pas.

T. OBTUSIUSCULUM Lange.

- 1823 ! Reichb. *Iconogr.*, I, t. 22, f. 1393.
1846 Reichb. *Ic. fl. germ.*, 2^e éd., I, t. 122, f. 266, sub : *T. acutum* DC.; citée par M. Boreau, avec un ? par M. Andersson.
1852 ! Anderss. *Gram. Scand.*, t. 1, f. 2; sub : *T. acutum* DC.

T. PUNGENS Pers.

- 1846 Reichb. *Ic. fl. germ.*, 2^e éd., I, t. 122, f. 265.
MM. Godron et Lange ne citent aucune figure pour cette espèce.

T. PYCNANTHUM Godr.

M. Godron ne cite aucune figure de son espèce; je crois qu'on peut y rapporter :

- 1809 Host *Gram. austr.*, IV, t. 9, sub : *T. littorale*, nom. princ.
Le *T. littorale* Reichb., *Ic. fl. germ.*, 2^e éd., I, t. 121, f. 263, ne reproduit que très-infidèlement la figure princeps de Host.

A. CAMPESTRE Godr.

- 1823 ! Reichb. *Iconogr.*, I, t. 21, f. 1389. Citée par M. Godron; douteuse selon nous.
1802 Host *Gram. austr.*, II, t. 22; sub : *T. intermedium*, nom. princ.; citée à tort, selon nous, par M. Godron à son *A. glaucum*.
1846 Reichb. *Ic. fl. germ.*, 2^e éd., t. 121, f. 262; sub : *T. glaucum*; citée par M. Boreau; douteuse selon nous.

T. GLAUCUM Desf.

M. Godron cite Host *Gram. austr.*, II, tab. 22, qui, à notre avis, ne s'y rapporte pas.

M. Boreau rapporte à « une forme robuste, à grands épis de cette espèce » (*Rev. Agr.*, pag. 351) la figure de Reichenbach (*Icon. fl. germ.*, 2^e éd., t. 123, f. 269); les glumes en sont, il est vrai, un peu tronquées; mais la fig. 270, donnée sous le même nom par Reichenbach, est celle d'une autre plante à glumes et glumelles acuminées et aristées. De là, indécision sur la forme nommée par Reichenbach.

T. POUZOLZII Godr.

Aucune figure n'est citée.

T. CÆSIUM Presl.

Aucune figure n'est citée.

T. REPENS L.

1680 ! Moris. *Hist.*, sect. 8, t. 2, f. 8.

1770 Blackw. *Herb.*, t. 537.

α vulgare Doell.

1775 Leers *Fl. herb.*, t. 12, f. 3, mala.

1796 Smith *Engl. bot.*, XIII, t. 909.

1800 Schkuhr *Handb.*, I, t. 20.

1802 Host *Gram. austr.*, II, t. 21.

1804 Knapp *Gram.*, t. 111.

1810 Schreb. *Græs.*, t. 26, f. I, III, 1 et 2.

1812 Pal. Beauv. *Agrost.*, t. 20, f. 2, pessima.

1815 *Svensk bot.*, t. 38.

1823 Reichb. *Iconogr.*, f. 1384-1385.

1828 Wagner *Pharm. bot.*, t. 187.

1830 Guimpel et Schl. *Abb. pharm.*, t. 12.

1836 Baxter *Brit. bot.*, II, t. 112.

1843 Nees von Es. *Gen. pl.*, t. 80, f. 1-14, sub : A. glaucum, vix bona.

1846 Reichb. *Ic. fl. germ.*, t. 120, f. 257-258.

1852 Anderss. *Gram. Scand.*, t. 1. f. 4.

β aristatum.

1719 Dillenius. *Giss. app.*, t. 15.

1727 Vaillant *Bot. par.*, t. 17, f. 2, 3.

1747 Gmelin *Fl. sib.*, t. 27.

1778 *Fl. dan.*, V, t. 748.

1810 Schreber *Græs.*, t. 26, f. II et IV, f. 3, 6, 8.

1823 Reichb. *Iconogr.*, f. 1386, 1387, 1388.

γ majus.

1727 Vaillant *Bot. par.*, t. 17, f. 3.

1775 Leers *Fl. herb.*, t. XII, f. 4; sub : *El. caninus*.

1846 Reichb. *Ic. fl. germ.*, 2^e éd., I, t. 120, f. 259-261.

T. CANINUM L.

- 1680 ! Moris. *Hist.*, sect. 8, t. 1, f. 2.
1733 ! Buxb. *Cent.*, 4, t. 50.
1747 Gmelin *Fl. sib.*, t. 27.
1775 Leers *Fl. herb.*, t. 12, f. 4, II, mala.
1800 Schkuhr *Handb.*, I, t. 19.
1801 Smith *Engl. bot.*, XX, t. 1372.
1802 Host *Gram. austr.*, II, t. 25.
1804 Knapp *Gram.*, t. 112.
1820 *Fl. dan.* IX., t. 1447.
1843 Nees von Es. *Gen. pl.*, t. 80, f. 15.
1846 Reichb. *Ic. fl. germ.*, t. 119, f. 254.
1852 Anderss. *Gram. Scand.*, t. 1, f. 5.

A. ROUXII Gren. et J.-Duv.-J.

Aucune figure.

On voit ainsi que les figures les plus nombreuses se rapportent aux espèces les mieux connues, et que, pour les espèces litigieuses, les figures manquent ou sont diversement interprétées. En tout cas, elles sont très-incomplètes, et par là presque inutiles, attendu qu'à l'époque de leur exécution on ne pensait pas aux caractères que l'on a tirés depuis des nervures des feuilles et des glumes. Par la même raison, les descriptions anciennes sont tout à fait insuffisantes, et même, parmi les plus récentes, il y en a qui sont loin d'être d'accord ; je ne parle pas de celles des *Ag. junceum*, *caninum* et *repens* sur lesquelles la tradition semble établie, mais des descriptions des espèces les plus récentes ; et j'en vais citer un exemple. De Candolle dit de son *T. acutum* : « feuilles raides, piquantes, roulées sur leurs bords » (*Fl. fr.* V, pag. 282), et de la même plante M. Godron dit : « feuilles planes » (*Fl. d. Fr.* III, pag. 605) ; et M. Lange : « feuilles flasques, planes » (*Bull. Soc. bot. Belg.*, V, pag. 155). M. Godron, pour compléter la diagnose princeps de son *T. pycnanthum*, dit : « Cette plante est intermédiaire aux *T. pungens* Pers. et au *T. glaucum* Desf. et DC., qui tous les deux sont comme lui cespiteux, ce qui les éloigne du *T. repens* L. » (*Not. fl. Montp.*, pag. 18) ; mais à la pag. 17 il était dit du même *T. pycnanthum* : « souche rampante » ; mais dans la *Flore de France*, aux pages 606 et 608, il est dit

des *Ag. pungens* et *glaucum* : « souche rampante ». Il est vrai qu'il est dit aussi de l'*Ag. pungens* au même lieu : « chaumes fasciculés et formant gazon » ; mais de l'*Ag. glaucum* il est dit formellement : « chaumes non fasciculés », pag. 608. Quand ces caractères vagues et indécis se trouvent dans les diagnoses d'auteurs aussi exacts, aussi scrupuleux, qui ont étudié ce genre avec tant de soin, à quoi peuvent aboutir des botanistes moins expérimentés qui veulent se fixer sur ces espèces ? Aussi, quand on parcourt les herbiers français, on est stupéfait de voir aux *Agropyrum* la masse que forment les « *indéterminés* », à la suite des feuilles avec nom, où sont contenus, non pas les *Agropyrum* récoltés et déterminés par le possesseur de l'herbier, mais ceux qu'il a reçus de divers correspondants faisant plus ou moins autorité ! Et alors, si on compare les spécimens placés sous un même nom, on trouve une incroyable diversité de formes et on tombe plus avant dans l'incertitude. Pour ma part, je suis toujours sorti découragé de la visite d'un carton d'*Agropyrum*. Je paraîtrai donc excusable, si j'ai demandé à l'analyse anatomique quelques caractères nouveaux pour sortir de ce doute et arriver à la détermination des *Agropyrum* que chaque jour je rencontrais dans mes herborisations sur le littoral du département de l'HÉRAULT. Et ce point, je prie qu'on veuille bien le remarquer, ce point n'est pas indifférent : c'est Montpellier que De Candolle habitait, et c'est la plage de Maguelone que cet éminent botaniste a citée comme localité de ses *Trit. junceum, acutum, rigidum* (*Fl. fr.* VI, pag. 281-282) ; c'est la même plage de Maguelone que Loiseleur-Deslongchamps a visitée et citée pour ses *Triticum* (*Not. pl.*, pag. 28-29) ; c'est Montpellier que M. Godron habitait quand il a décrit ses Graminées dans sa *Flore de France*, et c'est le littoral de l'Hérault et la plage de Maguelone qu'il cite constamment comme localités de ses *Ag. junceum, scirpeum, acutum, pungens, pycnanthum, campestre* et *Pouzolzii* ; ce dernier, sur la limite du département, à Aigues-Mortes. Il y a donc là une localité vraiment classique. Aux résultats de mes propres recherches, j'ai pu joindre, avec une reconnaissance dont je consigne ici l'expression, ce qu'ont bien voulu me communiquer mes excellents confrères et amis, M. Courcière, continuateur de la *Flore du Gard*, et M. Richter, qui pendant six ans a recherché les *Agropyrum* du littoral de l'Hérault, et m'a en outre puissamment aidé par ses précieuses observations.

Des plantes recueillies et reçues, les unes ont été dès le principe reconnues avec certitude, ou du moins sans doute de notre part, savoir :

Trit. junceum L.
Trit. elongatum Host.
Trit. intermedium Host. = campestre Godr.
Trit. glaucum Godr., an Desf. ?
Trit. Pouzolzii Godr.
Trit. repens L.
Trit. caninum L.
Trit. Rouxii, Gr. et J. Duv.-J.

Trois sont longtemps restées douteuses :

Trit. acutum DC.
Trit. pungens Pers.
Trit. pycnanthum Godr.

parce que sous ces noms nous avons, de diverses provenances, reçu toutes sortes de formes indistinctement. Enfin, le 20 juin dernier, je fus assez heureux pour rencontrer, *in loco classico*, le véritable *T. acutum* DC. lequel est répandu, mais très-peu commun sur notre littoral et très-facile à confondre, dans les herborisations, avec le *T. junceum*.

C'était un grand éclaircissement ; mais restait toujours à savoir, d'une part, ce qu'était le *T. pungens* Pers., et si le *T. pungens* Godr. était bien la même plante ; d'autre part, ce qu'était le *T. pycnanthum* Godr. Quant à ce dernier, la difficulté était moins grande : j'avais en abondance des échantillons venant de M. Godron lui-même, d'autres nommés par lui, soit dans mon herbier visité en 1857, soit dans les herbiers de Montpellier ; d'autres, enfin, identiques et recueillis sur nos plages. Ils avaient *tous* les glumes et les glumelles « obtuses ou obtusément mucronulées » (*Fl. d. Fr.*, III, p. 606) ; et toutes leurs formes me donnèrent des coupes de rhizomes, de feuilles, et de chaumes identiques entre elles, coupes que je décrirai plus loin. Mais le *T. pungens* n'apparaissait jamais avec clarté. Par élimination, il ne restait pour ce nom que des formes à glumes et glumelles acuminées et barbues, que ce caractère avait fait constituer en espèce, comme dans le temps le même caractère avait fait créer les *T. Leersianum*, *Vaillantianum*, *dumetorum*, etc., aux dépens du *T. repens*. Mais alors revenait l'autre point de la question : reconnaître le véritable *T. pungens* Pers.

Si brève et si incomplète que soit la diagnose de cet auteur, elle est, si on l'étudie attentivement, d'une assez grande clarté ; la voici textuellement :

« *T. junceum*..., Habitat in arenosis maritimis....

» * *pungens*, glaucum, radice repente, foliis demum subulato-convolutis pungentibus, glumis acuminatis muticis ; carina submucronata. *Triticum junceum* Auct. *T. repens* γ Smith *brit.* I, pag. 158» (*Syn.*, pl. I, p. 109).

On voit premièrement que Persoon ne fait point positivement une espèce de son *T. pungens*, mais qu'il le rattache au *T. junceum*, et l'identifie même au *T. junceum* de la plupart des auteurs, ce qui suppose qu'il y a une extrême ressemblance entre son *T. pungens* et le *T. junceum* ; on voit ensuite qu'il n'indique point pour sa plante d'habitat propre et lui laisse celui du *T. junceum*, que de plus il la dit identique à la variété γ du *T. repens* Smith, à laquelle ce dernier auteur assigne l'habitat « γ in maritimis haud infrequens » (*Fl. brit.* I, pag. 158). Il est donc de toute évidence que le *T. pungens* Pers. est une plante essentiellement maritime et en même temps très-ressemblante au *T. junceum*. C'est donc tout à fait à tort que Loiseleur-Deslongchamps avait pris pour son *T. pungens* Pers. une plante qu'il rapprochait non du *T. junceum*, mais du *T. repens* (*Not. pl.*, pag. 29) et qui, d'après son herbier conservé à Avignon, n'est que l'*A. campestre* Godr. C'est non moins à tort que De Candolle avait formé son *T. pungens* de plantes de l'intérieur, du Puy en Velay, de l'Anjou, de Mayence, et avait identifié la plante de Persoon, d'une part, avec le *T. intermedium* Gaudin, plante du Valais¹, et, d'autre part, avec le *T. glaucum* Bast. qui est évidemment l'*A. campestre* Godr. M. Godron a très-soigneusement et avec toute raison écarté toute identité entre les *T. pungens* Lois. et DC., et le *T. pungens* Pers. ; mais le mal était fait, et l'idée fausse, adoptée et ayant cours, se conservait d'autant mieux que Roemer et Schultes l'avaient accréditée en reproduisant pour la description de leur *T. pungens* la diagnose de De Candolle et non celle de Persoon, et en attribuant pour habitat à leur plante : « In Europæ mediæ et meridionalis arenosis » (*Syst.* II, pag. 755). Cependant ces mêmes auteurs avaient au même lieu rappelé l'attention sur la ressemblance de la

¹ La variété à glumes et à glumelles tronquées de la plante de Gaudin paraît se rapporter à l'*Ag. glaucum* Godr., et la variété γ à l'*Agr. campestre* Godr. ou *T. intermedium* Host.

plante de Persoon avec le *T. junceum* L., et aussi avec le *T. acutum* DC., et avaient même dit (*Syst.* II, pag. 751) que le *T. pungens* Pers. ne leur paraissait qu'une variété à rachis rude du *T. acutum* DC. dont le rachis était dit et réputé lisse; tandis que, comme l'établit très-justement M. Godron, la plante de De Candolle a indifféremment le rachis rude ou lisse. On attachait alors une grande importance à la présence ou à l'absence d'aspérités sur le rachis. Cette préoccupation fit oublier de rechercher la plante de Persoon parmi celles qui pouvaient se confondre avec le *T. junceum*, et détourna l'attention des formes du *T. acutum* DC. à rachis rude, auquel néanmoins correspond exactement la plante de Persoon. On voulut voir dans le *T. pungens* Pers. une plante à rachis rude, comme le lui attribuait De Candolle, à glumes et glumelles acuminées ou barbues, ce qui est précisément contraire à ce caractère de la description de Persoon : « Glumis acuminatis muticis » et à la ressemblance qu'il lui attribue avec le *T. junceum*, laquelle exclut toute idée de longues barbes. Et cependant Rœmer et Schultes, comparant la plante de Persoon au *T. junceum*, disent, en cela peu d'accord avec leur diagnose, qu'elle en diffère « spiculis duplo minoribus, spica graciliore minusque compacta » (*Syst.* II, pag. 755); ce qui ne saurait en aucune façon s'accorder avec le *T. pungens* Godr., « à épi compacte...., à épillets très-rapprochés » (*Fl. d. Fr.* III, pag. 606)¹, et ne peut concorder qu'avec le *T. acutum* DC, si ressemblant au *T. junceum*. C'est aussi du *T. acutum* que se rapproche la seule figure que je connaisse du *T. pungens* et qui a été donnée par Reichenbach (*Ic. fl. germ. exc.* II, tab. cxxii, fig. 265). Aussi est-ce à son *T. laxum* (*T. acutum* DC.) que M. Fries rapporte le *T. pungens* auct. boreal. et celui de Reichenbach, *Herb. fl. Germ. exs.*, n° 402 (*Summ. veg. Scand.*, pag. 249)². Il faut donc, à mon avis, voir dans

¹ Ce qui défend aussi de ramener avec Koch le *T. pungens* Pers. à une variété du *T. repens* (*Syn.*, III^e éd., p. 716). Koch avait été plus heureusement inspiré lorsque, dans le *Deutschlands Flora*, il disait : « *T. pungens* a *T. acuto*, cui proximum est, discernitur Rhachi margine scabra. » (*Mert. et Koch. Deutschl. Fl.*, I, p. 704, n° 381.) Cf. *Roth Enum.*, I, p. 393.

² M. Dumortier ramène aussi le *T. acutum* à son *T. pungens* (*Agr. belg. tent.*, p. 96); mais il sépare son *T. pungens* « paleis oppositis liberis » de son *T. littorale* « paleis vaginantibus », caractère trop peu constant et trop peu marqué pour servir de base à une distinction spécifique.

le *T. pungens* Pers. une forme à rachis rude de la plante que De Candolle décrivait dix ans plus tard sous le nom de *T. acutum*, en lui attribuant un rachis lisse¹. Mais comme en définitive il n'y a aucune figure originale du *T. pungens* Pers.; que ce nom a été employé de toute façon en dehors de sa primitive application; que, de plus, Persoon lui-même a infirmé l'autorité de ce nom en y préposant l'astérisque destiné « *speciebus obscuris aut dubiis, vel accuratori indagatoni subjiciendis* » (*Syn. pl.* p. X), le plus sage nous paraît de laisser de côté un nom et un droit de priorité douteux, et de conserver simplement le nom de *T. acutum* DC, en y rapportant la plante de Persoon.

Mais, d'autre part, des comparaisons sans nombre faites sur les formes à peine acuminées, et sur les plus longuement barbues de l'*A. pungens* Godr., nous ont démontré jusqu'à la plus complète évidence qu'il y a transition entre toutes ces formes et celles du *T. pycnanthum*, comme entre les formes mutiques et les formes aristées des *T. campestre* et *repens*, et qu'ainsi cette plante présente une série de variations parallèles à celles de ses congénères. Et enfin, des coupes très-nombreuses opérées sur toutes ces diverses formes nous ont montré une parfaite identité de structure, et, par suite, l'impossibilité de ne pas ramener les *A. pungens* Godr., et *pycnanthum* Godr. à une seule espèce². Or cette espèce a déjà été décrite et admirablement figurée dans tous ses détails et ses formes extrêmes par Host (*Gram. austr.* IV, pag. 5, tab. 9); et dès-lors il n'y a qu'à lui rendre son nom primæps et excellent: *Triticum littorale* Host.

¹ Voir supra, pag. 350, la comparaison des descriptions que De Candolle a données de ses *T. acutum* et *pungens*.

² M. Lange, qui conserve *ex parte* l'*A. pungens* Rœm. et Schult., sans mentionner Persoon, indique les rapports de sa plante avec l'*A. pycnanthum* Godr., mais néanmoins conserve les deux espèces comme distinctes. (Lange, *Haandb. dansk. fl.*; 1864; traduit dans le *Bull. Soc. bot. Belg.*, tom. V, p. 156.)

2. — DIVISION, CLASSIFICATION ET DESCRIPTION DES ESPÈCES.

Avant d'ordonner et de décrire nos espèces vivaces de *Triticum*, je dois dire quelques mots :

- 1° Des motifs qui m'ont fait repousser le genre *Agropyrum* ;
- 2° De quelques caractères communs et sans valeur spécifique ;
- 3° Des caractères que j'ai employés dans la distinction des espèces.

1° Les caractères que l'on assigne le plus ordinairement au genre *Agropyrum*, pour le séparer des *Triticum*, sont les suivants : glumes *oblongues* et non ventrues ; *caryopse muni au sommet d'un appendice blanc, velu*, et non pas seulement velu au sommet ; espèces *vivaces* et non annuelles. Or, les glumes sont courtes et ventrues dans les formes des *Agr. repens*, *intermedium*, *Pouzolzii* et *glaucum*, où ces mêmes glumes sont échancrées ; ce caractère est donc de nulle valeur. Le second caractère a certainement paru plus important, car il a été allégué par un grand nombre d'auteurs : « Caryopse muni au sommet d'un appendice blanc, arrondi, velu » ; Godr, *Fl. d. Fr.* III, pag. 604 ; « ovarium superne pilosum » ; Kunth, *Agrost. syn.* I, suppl. pag. 364 ; « caryopsis apice pilosula » ; Nees von Esenbeck, *Gen. pl. fl. germ.* vol. I, verbo *Agropyrum*. De ces diverses expressions, celle de M. Godron est la moins inexacte. En effet, le caryopse mûr n'a point le sommet seulement velu, mais surmonté d'un appendice non adhérent et s'en détachant sous le moindre effort. Mais, au moment de l'anthèse, ou encore un peu après, l'ovaire des *Agropyrum* est entièrement velu du sommet presque jusqu'à la base, comme l'a très-bien représenté Nees von Esenbeck par une figure reproduite dans notre Pl. XVIII, fig. 24, quoiqu'il ait dit inexactement : « Germen apice pilosum » l. c. ; plus tard la couche cellulaire qui supportait ces villosités ne conserve son épaisseur qu'à la base des styles ; sur le reste elle s'est étendue, étirée, amincie, au point qu'elle se détruit en partie et se déchire par son adhérence aux glumelles. Enfin, sur le caryopse mûr, on n'en retrouve des traces que difficilement et seulement au sommet sous forme d'appendice blanc et velu. Sur le *Trit. vulgare* la même membrane existe, mais n'est velue que sur la moitié supérieure de l'ovaire : légère différence insuffisante pour l'établissement d'un genre. J'ai reproduit Pl. XVIII, fig. 22

et 25 les figures que Kunth donne de l'ovaire du *T. vulgare* (*Agrost. syn.* I, suppl., pl. XXXIV, *d.* et *g.*). Bien que la forme de l'appendice subsistant sur les *Agropyrum* soit assez constante, elle ne peut fournir de caractère spécifique ; c'est celle d'un organe altéré, et je ne l'ai figurée et décrite (Pl. XVIII, fig. 17 à 21) que pour prévenir contre l'abus qui consisterait à en tirer un caractère différentiel.

Si la différence dans la durée ne peut suffire à l'établissement d'un genre, elle peut suffire à celui d'une section naturelle. C'est ce que j'ai fait pour nos espèces vivaces, en repoussant le genre *Agropyrum*, si mal établi par Palisot de Beauvois, ainsi que je l'ai exposé ci-dessus pag. 549 et 550, et après lui limité différemment par presque tous ceux qui l'ont adopté.

2° Le pédicelle des épillets est si court qu'il les fait paraître sessiles ; mais il n'est pas nul et il se présente sous la forme d'un bourrelet circulaire, avec une dépression sous le point de contact des glumes (Pl. XVIII, fig. 9, *p.*). Au-dessous de lui se trouve une faible saillie linéaire, transversale ; trace d'une feuille ou bractée (*r*), laquelle prend assez souvent du développement et devient, soit une petite écaille (*r'*), soit une feuille de 5 à 4 centimètres à l'aisselle de laquelle est l'épillet (*g*). Cette saillie est tout particulièrement sensible sur le *T. caninum*, où elle se montre décurrente sur les bords de l'excavation des entrenœuds¹.

On a attribué, comme caractère distinctif, aux glumelles inférieures de l'*Agr. scirpeum* Presl, de fines nervures rapprochées par paires. Or, à l'exception du *T. Rouzii*, toutes nos espèces ont leurs glumelles inférieures parcourues au-dessous du sommet par cinq nervures, dont les deux latérales très-longues. Et, d'après cette loi que les nervures des feuilles et des enveloppes florales des Graminées sont constituées par un faisceau fibro-vasculaire entre deux lignes de stomates et dès-lors de cellules à chlorophylle, chaque

¹ Dans plusieurs genres de Graminées (*Phleum*, *Glyceria*, *Poa*, *Festuca*, *Bromus*, etc.), cette saillie se développe en feuille rudimentaire ou assez grande au-dessous des verticilles de la panicule, comme si chaque verticille naissait à l'aisselle d'une feuille, ainsi que, sur le *Leersia oryzoides* et le *Diplacne serotina*, une panicule incluse naît dans la gaine à l'aisselle de chaque feuille. Pour plus de détails sur ce point on peut voir mes observations dans : Billot, *Annot. à la flore de France et d'Allemagne*, pag. 112 et 159 ; 1857, et *Bull. Soc. bot. de France*, tom. X, pag. 194 ; 1863, et aussi celles de M. V. von Ianka, in *Botan. Zeit.* 1870, pag. 142 et 143.

nervure de la glumelle présente deux lignes vertes, qui ont été prises pour les nervures elles-mêmes.

Nos *Triticum* vivaces ont *tous* les feuilles planes sur le frais et sur le vivant; mais, sur les uns, les feuilles ont des deux côtés égale surface (*T. repens*, *caninum*, Pl. XIX, fig. 2 et 20); sur d'autres, la face supérieure est munie de très-grosses côtes qui doublent ou triplent la surface épidermique (Pl. XIX, fig. 4, 5, 7, 9, 11, 15, 16 et 18). Or, à la moindre cause de dessiccation, ces dernières feuilles s'enroulent par la contraction de la face supérieure qui a des lignes de cellules épidermiques très-minces (Pl. XIX, fig. 14), tandis que les cellules correspondantes de la face inférieure ont des parois très-épaisses et très-résistantes. Le caractère spécifique tiré de l'enroulement des feuilles est donc sans valeur et subordonné à celui qu'on tire de leur constitution. La dessiccation altère les formes et peut devenir, si l'on n'y fait la plus grande attention, une occasion d'erreurs ou au moins d'incertitudes. Ainsi, qu'une espèce à épillets durs et dont les parties sont serrées, *T. junceum*, *acutum*, *elongatum*, par exemple, se flétrisse par la chaleur avant d'être mise en papier, ses épillets s'ouvrent et perdent leur forme normale, les glumes et les glumelles s'enroulent et, au lieu de se conserver larges, obtuses et presque tronquées, se montrent étroites et presque aiguës. Aussi suis-je convaincu que, pour arriver à la connaissance sérieuse d'un type, l'étude de sujets desséchés est à elle seule insuffisante, et qu'on n'y parvient avec chance de certitude que par l'observation fréquemment répétée de la plante vivante, à ses divers états de développement, et dans des lieux différents. C'est pour remplir ces conditions, étudier sur le vivant et suivre le développement de nombreux individus, que je n'ai compris dans ce travail que les *Triticum* vivaces de l'Hérault.

5° Le premier caractère que j'ai considéré pour la division en groupes a été tiré du mode de végétation des axes, suivant qu'ils rampent en longs rhizomes¹ sous la surface du sol, ou qu'ils se multiplient par ramifications courtes et se développent en touffes cespiteuses. Et cela, parce que ce caractère, facile à saisir, est constant et tient à la constitution même.

¹ A ce sujet, je ferai remarquer que si on veut obtenir de beaux rhizomes, bien frais et bien bons pour les coupes, il faut ne les chercher qu'après la mi-juillet. Ce n'est qu'après la floraison qu'ils se développent dans toute leur force.

Les deux groupes ainsi obtenus se divisent chacun en deux autres, suivant que la face supérieure des feuilles est parcourue par des nervures grosses, saillantes (Pl. XIX, fig. 4, 5, 7, 9, 11, 13, 14, 16 et 18), ou par des nervures fines (Pl. XIX, fig. 2 et 20). Ce caractère est absolument invariable, et par son emploi se trouvent obtenus quatre groupes établis sur des différences de structure.

Les autres caractères employés pour la distinction des espèces entre elles sont tirés des différences que présentent la face supérieure des feuilles, les chaumes pleins ou fistuleux, les épillets dans leurs formes générales et les enveloppes de la fructification, également dans leurs rapports les plus généraux, attendu les variations infinies qui affectent ces parties.

Enfin, j'ai appelé à mon aide les coupes des rhizomes, des chaumes et des feuilles. C'est là que se trouvent les caractères les plus invariables ; la disposition des éléments anatomiques du type demeurant absolument identique sous les variations des formes.

Sans ce secours, je ne sais vraiment comment on pourrait se tirer des variations que présentent ces *Triticum* ; elles sont presque innombrables. Pour terme de comparaison et pour normale des variations parallèles, nous prendrons le *T. repens*. Cette espèce se montre avec de petits épillets « α vulgare » ou de grands épillets « β majus », « *megastachyum* » ; puis chaque forme se présente avec des épillets rapprochés, *pyncanthum*, ou écartés, *dialysanthum*¹, avec des glumes et des glumelles longuement aiguës, mais mutiques sur sa forme la plus répandue ; ensuite elle se fait dans un sens mucronée, puis longuement barbue, ou dans l'autre brusquement aiguë, obtuse même et enfin tronquée et rétuse, pour se scinder sur chaque forme en verte ou glauque, se diviser en formes à feuilles courtes, raides, étalées en éventail, ou à feuilles longues, flasques et étroites, et se subdiviser encore suivant que l'axe principal et les épillets sont glabres ou pubescents. Ce qui, si l'on veut se donner la peine d'en dresser le tableau dichotomique, donne un total de *quatre-vingt seize* variations. Et j'en omets, car le caractère si

¹ Ces deux variations, qui changent complètement l'aspect de la plante, se montrent non-seulement sur toutes nos espèces d'*Agropyrum* un peu répandues, mais encore, avec un parallélisme parfait, sur les *Brachypodium sylvaticum*, *pinnatum*, *ramosum*, et sur les *Lolium perenne*, *italicum*, *multiflorum* et *rigidum*.

souvent employé de l'axe rude ou lisse au bord de ses excavations, en aurait doublé le nombre, et d'autre part je n'ai point parlé des formes appauvries et grêles à épis pauciflores et subulés. Le *T. intermedium* Host (campestre Godr.) offre les mêmes variations ; notre grande espèce littorale, *T. littorale* Host, en a plus encore, car elle se montre avec des chaumes droits ou ascendants, etc ; et, si j'ai choisi le *T. repens* pour terme de comparaison, c'est parce que les principes de la division de ses variations sont déjà dans la tradition et que j'ai pu les emprunter à Schrader *Fl. germ.* I, pag. 390 et 391, et à MM. Reichenbach, *Icon. fl. germ. exc.*, pag. 25 et t. 120, fig. 257-261 ; Andersson, *Gram. Scand.*, pag. 4-5 ; Doell, *Fl. Bad.* I, pag. 128-130 ; Boreau. *Fl. centr.*, 3^e édit. II, pag. 729, etc., qui les ont établis d'après la réalité et non certes pour les besoins de ma cause.

Au sujet de ces variations, il est un point qu'on n'a peut-être pas assez remarqué et dont, à mon avis, il faudrait cependant tenir grand compte. C'est que, dans les Graminées, ces innombrables variations des extrémités supérieures se montrent particulièrement sur les espèces à souche rampante et qui sont le plus ordinairement stériles. Sur les Graminées annuelles et toujours fécondes, on trouve plus d'uniformité ; sur des *Bromus mollis*, *macrostachys*, etc., réduits à n'avoir qu'un ou deux épillets, ces épillets ressemblent à ceux de la plante voisine qui en porte cent ; tout a conspiré à la bonne et régulière conformation des parties reproductrices. Il n'en est point de même sur les Graminées qui se propagent par rhizomes et stolons. Il semble que l'énergie végétative, concentrée tout entière dans ces parties souterraines, en assure, pour la conservation de l'espèce, l'organisation régulière ; tandis que, délaissant les parties supérieures, elle ne se distribue qu'avec irrégularité aux organes de reproduction qui restent abortifs, et aux enveloppes de ces organes qui elles-mêmes passent, soit à l'état abortif, soit à l'état foliacé très-développé, soit à tous les intermédiaires possibles entre ces deux extrêmes. On en voit de remarquables exemples dans les *Agrostis alba* et *vulgaris*, les *Lolium perenne*, etc., et je me ferais fort de retrouver sur l'*Agrostis alba*, par exemple, toutes les variations correspondantes à celles du *T. repens* et des autres. Ce qui ne serait plus seulement des variations parallèles sur des types congénères, mais des variations parallèles sur des types à propagation et végétation similaires.

TRITICUM L.

SECT. 1. ANNUA....

SECT. 2. PERENNIA. **AGROPYRUM** Godr.. *Fl. de Fr.*, III, p. 603! — Palisot de Beauvois, partim.

I. SOUCHE A RHIZOMES RAMPANTS.

A. Feuilles à nervures fines.

T. REPENS L.

B. Feuilles à nervures larges et saillantes.

Feuilles rudes en dessus.	Épillets plus ou moins linéaires.	Épillets lancéolés ou ovales.	Épis filiformes; épillets linéaires; glumes obtuses.....	T. INTERMEDIUM Host.
				Épillets lancéolés, peu comprimés; feuilles ordinaires glauques.
			Épi grêle; épillets linéaires; glumes obtuses ou obliquement trouquées.....	T. LITTORALE Host.
			Épi grêle; épillets étroits lancéolés; glumes obtusiculés avec mucron.....	T. POUZOLZII Godr.
				T. GLAUCUM Godr.
				T. ACUTUM DC.

Feuilles non rudes en dessus, mais finement pubescentes et veloutées.....

T. JUNCEUM L.

II. SOUCHE FIBREUSE, NULLEMENT RAMPANTE.

A. Feuilles à nervures larges et saillantes.

Glumes et glumelles nerviées, obtuses ou obliquement échançées.....	T. ELONGATUM Host.
Glumes et glumelles presque énerviées, très-aiguës ou barbues.....	T. ROUXII Gren. Duv.

B. Feuilles à nervures fines.

T. CANINUM L.

I. SOUCHE A RHIZOMES RAMPANTS.

A. FEUILLES A NERVURES FINES.

T. REPENS L. *Sp. pl.*, ed. 1^a, pag. 86.

Rhizomes très-longs, rampant peu profondément, et produisant des chaumes spicifères et foliifères nombreux, mais isolés et non fasciculés.

Chaumes de 0^m,50 à 1^m,50, ascendants, fistuleux; entrenœud supérieur simplement plus long que les autres.

Feuilles à gaines lâchement appliquées, ne recouvrant guère que la moitié ou les trois quarts des entrenœuds, lisses, glabres, ou les inférieures portant quelques poils mous; oreillettes courtes. Limbe toujours plan; large, mou et étalé dans les sols humides et ombragés; plus étroit, plus raide, et presque dressé dans les lieux chauds et secs; vert ou quelquefois glauque; bordé d'une ligne étroite blanche, un peu dure et rude; face inférieure carénée, lisse, ou rude sur les sujets robustes; face supérieure à nervures très-nombreuses et de deux sortes, les unes très-fines, alternativement séparées par une moyenne et par une autre plus forte et blanche, toutes munies de très-petites aspérités rudes à rebours, portant quelques poils mous et fins.

Épi droit ou légèrement arqué, de 0^m,05 à 0^m,20; axe ordinairement pubescent ou hispide, lisse ou rude au bord des excavations, non fragile. Entrenœuds courts (0^m,004-0^m,012), ceux du haut aplatis, énerviés et blancs sur le dos, mais non excavés. Épillets (5-25) peu appliqués contre l'axe, comprimés, cunéiformes ou ovales, tous rapprochés ou les inférieurs un peu écartés sur les grandes formes, égalant en longueur deux et souvent trois entrenœuds. Glumes presque égales, dépassant toujours la moitié et souvent les trois quarts de la longueur de l'épillet, l'inférieure ne recouvrant la marge de l'autre qu'à peine, ou pas du tout, ou en étant même éloignée; bord étroitement membraneux; sommet ordinairement atténué et aigu, quelquefois barbu, rarement obtus et échancré; dos arrondi, à cinq nervures assez fortes, la dorsale saillante et formant carène, un peu rude, toujours prolongée en acumen et souvent même en barbe. Glumelle inférieure lancéo-

lée, lisse à la base; nervure médiane un peu rude, formant carène et se prolongeant au-delà du sommet à peine membraneux et toujours aigu, en simple mucron ou en barbe aussi longue que l'épillet. Glumelle supérieure presque égale, à sommet étroit, entier; hérissée-rude sur les lignes de repli. Axe de l'épillet à entrenœuds longs, minces et rudes.

Caryopse linéaire, atténué à la base et un peu au sommet; appendice très-échancré sur les deux faces, un peu décurrent sur les côtés, peu pubescent (Pl. XVIII, fig. 17).

CARACTÈRES ANATOMIQUES.

Rhizome (Pl. XVIII, fig. 10). — Zone externe occupant environ la moitié du rayon; cellules à parois minces, rondes, avec de grands méats. Ceinture de tissu libériforme étroite, à parois peu épaisses; contre elle un rang de nombreux faisceaux, le plus souvent gémînés et déformés, et un autre rang moins régulier plus rapproché du centre; point de cavité centrale.

Chaume (Pl. XIX, fig. 1). — Sous l'épiderme s'étendent des plaques de cellules à chlorophylle coupées en deux petits groupes presque ronds par du tissu libériforme et un très-petit faisceau, et séparées entre elles, vis-à-vis des grosses côtes et des gros faisceaux, par une bande de tissu libériforme égale au tiers de leur largeur, laquelle bande s'unit à une ceinture continue et ondulée du même tissu; puis vient un seul rang de faisceaux assez réguliers. Le reste, jusqu'au tiers du rayon, est composé de parenchyme à cellules grandes¹.

Feuilles (Pl. XIX, fig. 2). — Épiderme inférieur souvent relevé en courts aiguillons sur les nervures voisines de la marge. Épiderme supérieur portant sur les nervures de très-petits aiguillons et de longs poils. Nervure médiane, formant carène saillante, ayant à sa base une grosse masse de tissu libériforme, puis un gros faisceau, des cellules incolores, et au sommet une bande de tissu libériforme; petites côtes et côtes moyennes très-peu saillantes, de composition identique. Cellules à chlorophylle occupant tout l'espace entre les nervures. Dans les sinus, à peine marqués, trois ou quatre cellules bulli-

¹ Sauf indication contraire, les coupes de chaumes ont été, sur cette espèce, comme sur les suivantes, prises sur le deuxième entrenœud, à 2 ou 3 centim. au-dessous du nœud supérieur.

formes très-grandes. Une bande étroite de tissu libériforme à la marge¹.

Variétés. — C'est la plus variable de nos espèces, attendu qu'elle est absolument ubiquiste. J'en ai indiqué ci-dessus, pag. 368, les nombreuses variations, et, après avoir ajouté que dans le midi de la France ses nervures sont quelquefois un peu plus fortes que dans certaines localités humides du Nord, je dois insister ici sur deux écarts en sens inverse que présentent les glumes. Des glumes lancéolées, aiguës, mutiques, égales aux trois quarts de l'épillet, étant attribuées au type du *T. repens*, parce que la forme qui les présente est incontestablement la plus fréquente, il arrive : ou bien que les glumes se rétrécissent et s'effilent en mucron subulé et même en assez longue barbe, ou bien qu'elles se raccourcissent et se font presque ovales, brusquement et obliquement atténuées, ou plus rarement obtuses et même obliquement tronquées, égalant au plus ou n'atteignant pas les deux tiers de l'épillet. Ces dernières variations impriment à la plante un aspect si étrange, que je n'aurais pas hésité un instant à faire une espèce de chacune de ces formes, si, d'une part, je n'avais trouvé toutes les formes intermédiaires, et si exactement intermédiaires, que je ne pouvais, avec raison valable, les placer dans l'une plutôt que dans l'autre des espèces à établir ; si, d'autre part, l'étude anatomique ne m'avait fait voir une identité absolue dans les tissus des rhizomes, des chaumes et des feuilles ; et si, enfin, je n'avais retrouvé des variations parallèles sur les *T. intermedium*, *littorale*, *elongatum* et *junceum*. Si la plupart des autres variations m'ont paru trop nombreuses, trop peu importantes et surtout trop individuelles pour mériter un nom, j'ai cru devoir nommer ces dernières à cause de leur importance, imitant en cela mes prédécesseurs, qui, en donnant à certaines variations considérables les noms de *Leersianum*, *Vaillantianum*, etc., les ont rendues plus faciles à désigner et ont peut-être prévenu d'inutiles multiplications.

α genuinum: glumes lancéolées aiguës ; glumelles obtusiuscules ou brièvement mucronulées. *T. arvense* Schreb. in Schwgg. et Koerte *Fl. erl.* I, pag. 143.

¹ Sur cette espèce, comme sur les suivantes, les coupes de feuilles ont été prises au tiers inférieur de la deuxième feuille en descendant. Les feuilles radicales et du premier printemps ne diffèrent, pour chaque espèce, qu'en ce qu'elles sont un peu plus chargées de chlorophylle.

β barbatum : glumes très-atténuées subulées ou barbues ; glumelles longuement barbues.

a. Barbes médiocres (2-3^{mm}) : *T. Vaillantianum* Schreb. l. c.

b. Barbes aussi longues que les glumelles = *T. sepium* Thuill. *Fl. Par.*, pag. 67, *T. Leersianum* Schreb., l. c., etc.

γ obliquum : *a.* Glumes obliquement ovales, brusquement aiguës.

b. Glumes obtuses ou obliquement tronquées ; épillets pauciflores subulés.

Anomalies. — Épillets géminés ou ternés sur les articulations inférieures du rachis ; c'est le *T. dumetorum* Schreb., l. c.

Station. — Terres cultivées ; haies (où il atteint les plus grandes dimensions) ; bords caillouteux des rivières ; bords des marais ; sables maritimes ; etc. Tout lui est bon, et partout il se développe avec une facilité très-souvent qualifiée déplorable.

Habitat. — Europe ; Algérie ; Iles Canaries ; Amérique boréale ; Sibérie ; Perse ; (Kunth *Agr. syn.*, pag. 440 ; Steudel *Syn. Gram.*, pag. 343 ; Cosson *Gram. Alg.*, pag. 207). Partout dans l'Hérault, dans les cultures comme dans les sables maritimes.

J'ai trouvé la variété *γ* sur les bords de la Mosson, près Villeneuve-lès-Maguelone.

La présence de cette espèce sur les sables maritimes, où elle conserve tous ses caractères, rend impossible à adopter l'opinion mentionnée ci-dessus pag. 346, et qui réduit les *Triticum* littoraux à n'être que des modifications du *T. repens*.

B. FEUILLES A NERVURES LARGES ET SAILLANTES.

T. INTERMEDIUM Host, *Gram. austr.* II, p. 18, tab. 22 (cf. III, p. 23) ; *Fl. austr.*, p. 180. — *Agr. campestre* God. et Gren., *Fl. Fr.* III, p. 607 !

Rhizomes tortueux, rampant peu profondément, produisant de petits faisceaux épars de chaumes foliifères et spicifères.

Chaumes de 0^m,40 à 1^m,50, ascendants, durs, à parois épaisses, à peine fistuleux aux entrenœuds inférieurs, le plus souvent pleins au supérieur qui est très-long.

Feuilles à gaines un peu lâches, recouvrant presque entièrement les en-

trencéuds, très-fortement striées, lisses; oreillettes longues. Limbe plan, assez large, raide et dur, dressé sur les chaumes robustes, divariqué sur les moins forts, glauque ou plus rarement vert, bordé d'une large ligne blanche très-rude; face inférieure à carène large à peine saillante, un peu striée et rude; face supérieure à nervures grosses, larges, couvertes d'aspérités et très-rudes.

Épi toujours droit et raide, de 0^m,06 à 0^m,20; axe très-rude, souvent hispide, mou, non fragile; entrenœuds relativement courts (0^m,205-0^m,010), toujours énérvés au dos, et, sur les épis compacts, également excavés sur les deux faces. Épillets (7-30) très-appliqués contre l'axe, peu comprimés, ovales ou oblongs, un peu écartés à la base de l'épi, quelquefois très-rapprochés, toujours plus longs que les entrenœuds, et souvent trois ou quatre fois aussi longs. Glumes presque égales, de longueur relative très-variable, atteignant à peine la moitié de l'épillet sur les chaumes très-robustes, ou dépassant les trois quarts sur les pieds maigres et pauciflores; ne se recouvrant pas à la base; étroitement membraneuses aux bords; lancéolées et à sommet régulièrement atténué et aigu, ou obliquement et un peu obtus; dos anguleux à sept nervures très-grosses, la dorsale formant carène très-saillante et très-rude, toujours prolongée en mucron plus ou moins prononcé. Glumelle inférieure lancéolée; nervure médiane formant carène rude et se terminant en court mucron à la hauteur du sommet à peine membraneux et obtus, ou se prolongeant en barbe assez longue. Glumelle supérieure presque égale en longueur et en largeur, à sommet obtus, entier, ciliée sur les lignes de repli. Axe de l'épillet à entrenœuds courts, larges, cunéiformes, glabres et lisses.

Caryopse atténué à la base et au sommet; appendice arrondi au sommet, rétréci à la base; pubescence peu développée (Pl. XVIII, fig. 19).

CARACTÈRES ANATOMIQUES.

Rhizome (Pl. XVIII, fig. 11).—Zone externe occupant au moins le tiers du rayon. Ceinture de tissu libériforme très-forte, nettement tranchée, à contour un peu anguleux, ayant vers l'extérieur deux rangs de fibres hémicycliques colorées, à parois très-épaisses, et vers l'intérieur plusieurs rangs de fibres prismatiques incolores, contre lesquelles un seul rang de

faisceaux. Rarement un ou deux faisceaux plus rapprochés du centre, où les cellules sont déchirées en cavité irrégulière.

Chaume : (Pl. XIX, fig. 3, entrenœud supérieur). — Sous l'épiderme s'étend une forte couche de tissu fibreux à parois épaisses, dans laquelle s'intercalent des masses semi-cylindriques de parenchyme vert, renfermant un groupe de fibres contre l'épiderme et un petit faisceau. Un seul rang de faisceaux alternant assez régulièrement avec les cellules à chlorophylle; le reste cellulaire et plein.

Aux entrenœuds inférieurs même disposition, mais avec une cavité centrale irrégulière et des masses vertes plus larges, confluentes même et plus minces.

Feuille (Pl. XIX, fig. 4). — Cellules de l'épiderme inférieur à peu près égales, à parois très-épaisses, souvent un peu relevées en petits mamelons obtus. Côtes de deux grosseurs peu différentes, alternant régulièrement; les plus grosses un peu carrément aplaties au sommet muni de grosses aspérités pointues et très-dures. Toutes ont la région médiane occupée à la base par une masse fibreuse, au-dessus par un faisceau entouré d'un cylindre de grosses cellules, puis par de grandes cellules incolores, et enfin sur le sommet par quelques fibres. De larges bandes de parenchyme vert occupent tout l'espace entre les nervures. Au fond des sinus très-profonds, trois à cinq cellules bulliformes à peine plus grandes que les autres.

Variétés. — Presque aussi variable que le *T. repens* et présentant les mêmes variations, dans un parallélisme vraiment remarquable, et jusqu'aux formes à glumes obliques et un peu obtuses, déjà mentionnées par Host *Gram. austr.* II, pag. 18, et avec plus de précision *Fl. austr.* I, pag. 180.

α genuinum : Glumes brièvement ou longuement mucronulées.

β barbatum : Glumes et glumelles atténuées en barbes.

γ obliquum : Glumes obliquement ovales et obtuses.

Pour les diverses variations secondaires, voir ce qui est dit du *T. repens* pag. 368 et 369.

Anomalies. — Épillets géminés aux articulations inférieures du rachis.

Épillet inférieur à l'aisselle d'une feuille.

Rameaux d'épillets remplaçant un épillet.

Station. — Les champs et les haies; quelquefois au bord des marais salés.

Habitat. — Tout le midi de la France, où il est commun; la vallée du Rhin et particulièrement les digues du Rhin à Strasbourg, où les formes glauques et vertes croissent pêle-mêle avec les formes vertes et glauques du *T. repens*¹; partout dans l'Hérault.

Observation. — Si l'on compare les caractères extérieurs des *T. repens* et *intermedium*, on verra que, quelque considérables que soient les différences qu'ils offrent, elles le sont moins cependant que celles que donnent les coupes.

Le nom de *T. campestre* Godr. me convenait mieux pour cette plante que celui de *T. intermedium* Host; d'une part, parce que, la plante de M. Godron étant bien connue, toute discussion sur l'application du nom devenait impossible; d'autre part et surtout, parce que ce nom de *T. campestre* ferait à celui de *T. littorale* une opposition d'autant plus heureuse que les deux plantes ne sont très-probablement que les formes extrêmes d'un seul et même type, modifié dans un sens par les influences du littoral, *T. littorale*, dans l'autre par celles de l'intérieur et des cultures, *T. campestre*. Mais malheureusement il y a déjà un *T. campestre* Kitaib., in Roem. et Sch. *Syst.* II, pag. 769. Il ne restait donc plus qu'à reprendre le nom de Host, *T. intermedium*, lequel, à un autre point de vue, ne manque pas de justesse, attendu que cette plante forme une remarquable suite de variations parallèles, intermédiaires entre le *T. repens* et le *T. littorale*.

T. LITTORALE Host, *Gram. austr.* IV, pag. 5, tab. 9; *Fl. austr.* I, pag. 179.

Glumis acutis, seu breviter aut longe barbatis = *T. pungens* pler. auct. rec.; non Persoon?

¹ Je crois qu'il faut rapporter à cette espèce la variété δ *glaucum* du *T. repens* Doell, que le savant professeur de Carlsruhe caractérise en ces termes: « Feuilles plus ou moins raides, enroulées au moins vers la pointe....; nervures plus fortes, souvent un peu rudes. Glumes obtusiuscules... », et qu'il indique à Bâle, et près du Rhin à Vieux-Brisach, à Mannheim, etc. (*Fl. Bad.*, I, p. 130). Il n'en est pas moins exact que le *T. repens* a des formes glauques très-distinctes de l'espèce présente.

Glumis obtusis et spicis confertis. = *T. pycnanthum* Godr., *Not. fl. Montp.*
pag. 17.

Neglecta, ut incertissima, omni formarum aliarum synonymia.

Rhizomes très-longs, rampant peu profondément, produisant en touffes de nombreux faisceaux de chaumes.

Chaumes de 0^m,40 à 1^m,50, très-droits, ou courbés-ascendants dans les terrains remués, durs, très-fistuleux aux entrenœuds inférieurs, à peine fistuleux ou pleins au supérieur.

Feuilles à gaines lâches, recouvrant longuement les entrenœuds, très-fortement striées, lisses, glabres ou rarement un peu velues; oreillettes longues. Limbe plan d'abord, puis enroulé à la pointe, étroit, rude et dur; ordinairement long, dressé et d'un vert gai, ou plus court, étalé et d'un vert sombre sur un sol remué; face inférieure un peu carénée seulement à sa base, toute lisse ou un peu rude vers la pointe; face supérieure à nervures grosses, larges, couvertes d'aspérités et rudes.

Épi toujours droit et raide, de 0^m,04 à 0^m,25; axe rude, non fragile; entrenœuds courts (quelquefois de 0^m,004 seulement sur les épis compacts), minces, plats sur les deux faces, avec des nervures saillantes sur les marges. Épillets (7-38) toujours plus ou moins obliques, comprimés, ovales, à peine plus écartés à la base de l'épi, toujours beaucoup plus longs que les entrenœuds. Glumes presque égales, atteignant la moitié de la longueur des épillets multiflores, les deux tiers des épillets pauciflores, largement membraneuses aux bords, ovales, élargies naviculaires sur leur moitié inférieure, à sommet obtusiuscule ou arrondi; dos arrondi, à nervures grosses, la dorsale plus saillante formant à peine mucron. Glumelle inférieure lancéolée, lisse à la base, rude au sommet; nervures latérales très-prononcées, la médiane formant carène rude se terminant en court mucron, ou se prolongeant en barbe assez longue. Glumelle supérieure égale en longueur, plus large et fortement ciliée, à sommet obtus entier ou un peu échancré. Axe de l'épillet à entrenœuds courts, larges, cunéiformes, glabres et lisses.

Caryopse atténué à la base et au sommet; appendice arrondi au sommet, rétréci à la base; pubescence peu développée (Pl. XVIII, fig. 19).

CARACTÈRES ANATOMIQUES.

Rhizome (Pl. XVIII, fig. 12).—Zone externe réduite au cinquième ou au quart du rayon, lâche et très-caduque; ceinture ondulée de deux ou trois assises de fibres hémicycliques, puis de 4-5 assises de tissu libériforme. Un ou deux rangs de faisceaux; au centre, du parenchyme lâche souvent déchiré en lacune.

Chaume.—Les coupes ne m'ont point paru différer de celles du *T. intermedium*; je ne puis donc que renvoyer à la description, pag. 376, et à la figure de cette dernière espèce (Pl. XIX, fig. 5).

Feuille (Pl. XIX, fig. 5).—Cellules de l'épiderme inférieur à parois épaisses, un peu relevées sur les côtes en pointes courtes, émoussées, dures; côtes de deux grosseurs peu différentes, alternant assez régulièrement, les plus grosses un peu carrément aplaties au sommet, munies d'aspérités longues, pointues et très-dures. Toutes ont la région médiane occupée à la base par une masse fibreuse, au-dessus par un faisceau, puis par des cellules incolores, et enfin sous le sommet par quelques fibres. Une bande de parenchyme vert occupe tout l'espace entre les nervures. Dans les sinus, trois à cinq cellules bulliformes assez grandes.

Variétés.—Plus variable encore, si cela est possible, que le *T. repens*, et à tel point que, sur une même plage où il croit abondamment, on n'en peut pas trouver deux touffes qui se ressemblent exactement. Ces variations sont d'ailleurs dans un parallélisme parfait avec celles des espèces précédentes: grands et petits épillets; épis compacts ou lâches; grandes ou petites formes, etc.; enfin, chaumes droits très-élevés avec entrenœuds plus longs que les gaines, épillets distants, ou chaumes ascendants, courts, épais, tout couverts par les feuilles, épillets très-rapprochés. Cette dernière forme est si étrange qu'elle devient méconnaissable, et qu'au premier abord on la prendrait pour une espèce très-distincte. Elle ne se trouve que dans les terrains récemment retournés par la bêche ou la charrue, et je dois à son sujet présenter quelques observations.

En 1862, j'étudiais dans la Crau d'Arles les diverses formes du *Lolium rigidum* Gaud., et, dans un même champ, je trouvais huit ou dix formes

différentes : chaumes grêles, épis allongés et lâches, avec feuilles étroites d'un vert clair, ou chaumes robustes et épis subulés, ou encore chaumes gros et courts et épis tellement compacts que les entrenœuds du rachis semblaient disparaître (forma *cristata* auct.), avec feuilles larges d'un vert foncé, ou enfin épillets rameux et formant panicule, etc. Fatigué d'abord par ces variations, je finis bientôt par reconnaître qu'elles suivaient une certaine loi. Les champs d'oliviers où abonde le *Lolium rigidum* reçoivent deux cultures différentes. Au pied de chaque olivier, on réserve un espace circulaire bien fumé, bêché plusieurs fois par an, et où l'on ne sème rien ; le reste du champ reste en friche ou reçoit de l'Avoine, du Sainfoin, etc., et en tout cas n'est guère labouré qu'une fois au printemps. Le *L. rigidum* germe aux pluies d'automne, se développe pendant l'hiver, pour fleurir en avril et mai ; s'il n'a pas été dérangé, il donne autour des oliviers de grandes formes luxuriantes à grands épis ; dans le milieu des rangs, des formes grêles ; aux bords des sentiers piétinés, la forme *cristatum* ; mais là où le terrain a été retourné pendant l'hiver, il sort de dessous les mottes en chaumes courts, gros, feuillus, avec des épis très-compacts ou des épillets rameux. Le *Lolium arvense* m'a présenté les mêmes faits et des variations parallèles sur les remblais du chemin de fer entre Strasbourg et Kehl (voir *Bull. Soc. bot. de France*, tom. XI, pag. 323 note), et cette même espèce offre constamment aux bords des sentiers sa forme *cristatum*.

Or, le même parallélisme se montre dans les variations des *Agropyrum*, et en particulier de celui qui nous occupe. Dans les lieux maigres, humides et herbeux, il a des chaumes longs et droits, des feuilles longues et étroites, des épis allongés avec épillets distants ; dans les lieux secs, le chaume court, les feuilles courtes, raides, divariquées, l'épi court ; a-t-il la souche couverte par des détritits d'algues, les chaumes deviennent encore plus gros, plus courts, les feuilles plus vertes, plus larges et plus molles, les épis plus compacts ; enfin, si le terrain a été remué, il prend des chaumes courts, avec feuilles d'un vert très-foncé, des épis tout à fait compacts, et devient ainsi presque méconnaissable. Si le terrain reste deux ou trois ans sans être de nouveau remué, on le voit reprendre peu à peu sa forme normale. Mais qui ne verrait que les extrêmes, serait exposé à n'aboutir qu'à des espèces factices ou à un doute insoluble.

Les formes les plus saillantes peuvent se résumer en :

α genuinum ut vulgatius : Glumes et glumelles obtusiuscules, à peine mucronulées; dans ce groupe rentre une forme amaigrie, à épi pauciflore et subulé.

β barbatum : Glumes acuminées; glumelles acuminées ou barbues. = *T. pungens* plur. auct. ; an Persoon?

γ obliquum : Glumes brusquement arrondies et obtuses; glumelles plus ou moins obtuses. = *Agr. pycnanthum* Godr.

Pour les diverses variations secondaires, voir ce qui est dit du *T. repens*, pag. 368 et 569.

Anomalies. — Épillets géminés aux articulations inférieures du rachis.

Épillets inférieurs à l'aisselle d'une feuille.

Épillets opposés.

Épillets remplacés par un rameau d'épillets.

Station. — Le voisinage du littoral de la Méditerranée et de l'Océan, mais non sur les sables mobiles.

Habitat. — Abonde à Toulon, aux bords de l'étang de Berre, sur ceux des marais littoraux de la Camargue et de l'Hérault, particulièrement aux environs de Maguelone, où les terrains plus ou moins cultivés et remués lui permettent de se montrer sous toutes ses formes.

Observation.—Si l'on compare, caractère par caractère, les descriptions que M. Godron trace de ses *Agropyrum pungens*, *pycnanthum*, *campestre*, on verra que les différences sont minimales et se réduisent, pour l'*A. pungens*, à des « glumes acuminées, aiguës et mucronulées » et à des « glumelles aiguës, mucronulées ou rarement aristées »; pour l'*A. pycnanthum*, à des « glumes obtuses ou obtusément mucronées » et à des « glumelles obtuses ou tronquées »; enfin, pour l'*A. campestre*, à des « épillets moins obliques, des feuilles planes et des chaumes moins étroitement fasciculés » (*Fl. Fr.* III, pag. 606 et 607). Et cet exact et consciencieux descripteur était dans le vrai en n'attribuant pas d'autres différences à des formes qui ont tous leurs caractères communs et offrent toutes les transitions imaginables souvent sur une même touffe. Après quinze années de récoltes spéciales sur le littoral des Bouches-du-Rhône, et après comparaison de tout ce que j'ai reçu d'Italie par MM. Ca-

ruel et Warion, du Var par M. Huet, des Bouches-du-Rhône par M. Roux, du Gard par M. Courcière, de l'Hérault par MM. Barrandon, Loret et Richter, des côtes de l'Océan par MM. Letourneux, Lloyd, Lebel, et de celles de la Belgique par M. Bommer, j'ai pu me convaincre que les formes aiguës rapportées au *T. pungens*, et les formes obtuses rapportées au *T. pycnanthum*, s'unissaient par tous les intermédiaires possibles, et qu'il fallait les réunir en un même type, comme on l'a fait pour les formes du *T. repens*.

Mais il y a plus. En comparant les descriptions précédentes des *T. intermedium* et *littorale*, on verra qu'elles ne présentent presque pas de différences, soit dans les coupes, soit dans les caractères extérieurs. C'est qu'en effet les plantes elles-mêmes n'en présentent pas de saillantes ; et si, d'une part, je suis resté dans le vrai en n'indiquant pas des différences qui n'existent pas, je suis, d'autre part, resté dans la tradition en conservant comme espèces distinctes deux plantes, l'une des champs, l'autre des plages maritimes, bien que, dans ma conviction, ces deux plantes se rattachent à un seul et même type. Il est bien vrai qu'elles présentent un aspect général, une nuance de couleur qui les fait distinguer à première vue ; il est non moins vrai qu'on rencontre quelquefois le *T. intermedium* près de nos plages, à côté de l'autre, et conservant son aspect particulier, ce qui défend de réduire leur différence d'aspect à une simple influence locale. Aussi n'ai-je pas eu la hardiesse d'opérer une réunion que je suis porté à croire légitime. De nouvelles observations nous apprendront si les *T. intermedium* qu'on rencontre sur nos plages, avec leur aspect propre, n'y sont pas de nouveaux venus non encore modifiés, ou peut-être elles nous feront découvrir des caractères différentiels plus sérieux ; en tout cas, on ne risque rien à attendre.

T. POUZOLZII Godr., *Not. fl. Montp.*, pag. 18.

Ic. n. Pl. XX, fig. 1.

Rhizomes courts (0^m,10 environ), produisant des faisceaux très-fournis de feuilles et de chaumes.

Chaumes de 0^m,70 à 1^m, ascendants, toujours un peu arqués, raides, très-grêles ; entreœuds pleins à leur partie supérieure et fistuleux seulement à leur tiers inférieur.

Feuilles à gaines appliquées, recouvrant presque entièrement les entrenœuds, même le supérieur, striées, lisses et glabres; oreillettes nulles ou rarement une courte et rudimentaire. Limbe plan d'abord, très-vite enroulé, raide, étroit, étalé, dressé, d'un vert glauque, assez fortement caréné; face supérieure à nervures médiocres, petites et grosses alternant, un peu rudes.

Épi grêle, linéaire, de 0^m,06 à 0^m,14; axe rude ou presque lisse; entrenœuds courts, toujours énerviés et blancs au dos; excavation se terminant en ogive aiguë. Épillets (10-20) appliqués contre l'axe, petits, cunéiformes, très-comprimés sur leur quart supérieur, à deux ou trois fleurs, écartés, à peine plus longs que les entrenœuds (Pl. XX, fig. 1, A). Glumes presque égales, à peine plus courtes que l'épillet, largement membraneuses aux bords; sommet obtusiuscule, ou obtus, ou obliquement tronqué; dos très-oblique anguleux, nervures assez fortes, la médiane rude formant carène saillante et rudiment de mucron. Glumelle inférieure lancéolée à nervures très-faibles, la médiane formant à peine carène et se terminant en rudiment de mucron au sommet obtusiuscule, ou obtus, ou obliquement tronqué. Glumelle supérieure d'un quart plus courte, étroite, à sommet obtus, à peine ciliée sur les lignes de repli. Axe de l'épillet à entrenœuds très-courts, larges et lisses.

Caryopse...

CARACTÈRES ANATOMIQUES.

Rhizome (Pl. XVIII, fig. 13). — Zone externe occupant du tiers au quart du rayon, très-caduque. Ceinture de tissu libériforme nettement tranchée, à contour ondulé, ayant vers l'extérieur deux rangs de fibres hémicycliques, et vers l'intérieur peu ou point de fibres prismatiques; au moins deux rangs de faisceaux s'avancant jusque vers le centre sans cavité, mais souvent déchiré.

Chaume (Pl. XIX, fig. 6). — Au-dessous de l'épiderme, couche mince de tissu fibreux à parois épaisses, interrompue par des masses de cellules à chlorophylle coupées en deux groupes arrondis par du tissu fibreux et un très-faible faisceau. Un seul rang de faisceaux alternant avec le parenchyme

Feuille (Pl. XIX, fig. 7). — Nervures peu fortes, de deux grosseurs en alternance régulière, toutes arrondies au sommet, ayant la région médiane occupée à la base par du tissu fibreux, puis par un faisceau, et enfin par une bande étroite de cellules incolores, petites et à parois très-épaisses. Bande latérale de parenchyme vert très-large, passant d'une nervure à l'autre. Sinus larges avec cellules bulliformes très-grandes.

Variétés. — Glumes obtusiuscules, arrondies ou échancrées obliquement.

Anomalies. — Fréquemment les épillets inférieurs sont à l'aisselle d'une écaille ou d'une petite feuille.

Station. — Bords des champs.

Habitat. — N'a été trouvé jusqu'à présent que dans le Gard, près de Nîmes, de Manduel, de Rodilhan, et près d'Aigues-Mortes, contre la limite de l'Hérault. Je le dois à l'obligeance de M. Courcière.

Observation. — Plus d'une fois j'ai pensé que cette plante pourrait bien n'être qu'une forme très-réduite, grêle, pauciflore et subulée du *T. intermedium*, comme le *Lolium tenue* L. est la forme subulée du *L. perenne* L.; comme le *L. tenue* Guss. est la forme subulée du *L. rigidum* Gaud.; comme le *L. subulatum* Vis. est la forme subulée du *L. temulentum* L. etc. Ces formes pauciflores et subulées se retrouvent sur les *T. repens*, *littorale*, *acutum* et *junceum*, et si j'ai provisoirement conservé cette plante comme espèce, c'est parce que je n'ai point encore trouvé suffisamment d'intermédiaires pour oser affirmer sa réunion à une autre, et que je ne puis donner un soupçon pour un fait constaté.

T. GLAUCUM Desf. *Tab. ec. bot. Par.*, p. 16??. — *T. latronum* Godr. *Not. fl. Montp.* p. 19! — *Agr. glaucum* Godr. et Gren. *Fl. Fr.* III, p. 607! — Neglecta, ut incertissima, quavis alia synonymia.

Ic. n. Pl. XX, fig. 2.

Rhizomes tortueux, courts, rampant peu profondément et ne produisant guère que des chaumes isolés.

Chaumes de 0^m,40 à 0^m,70, dressés, raides, à parois épaisses, le plus souvent pleins à tous les entrenœuds.

Feuilles à gaines un peu lâches, ne recouvrant guère que la moitié des entrenœuds sur la plante adulte; fortement striées, velues et ciliées le long de la fente sur les grandes formes; glabres assez souvent sur la forme *microstachyum*; oreillettes assez fortes. Limbe plan d'abord et ensuite plutôt plié qu'enroulé à ses bords, raide, glauque, bordé d'une large ligne blanche; face inférieure obscurément carénée, lisse, ou quelquefois sur les grandes formes portant de longs poils mous; face supérieure à nervures grosses, écartées, larges et plates¹, alternant avec de plus petites, toutes portant de nombreuses aspérités assez longues et relativement peu rudes, ou presque lisses sur les petites formes.

Épi droit et raide, de 0^m,05 à 0^m,12; axe hispide très-rude; entrenœuds courts (0^m,005-0^m,008), non excavés au dos, et seulement un peu blancs vers la base. Épillets (5-25) un peu divergents, non comprimés, linéaires oblongs, un peu écartés, mais toujours plus longs qu'un entrenœud. Glumes inégales, n'atteignant pas ou dépassant un peu la moitié de l'épillet, ne se recouvrant pas à la base; largement blanches et scarieuses aux bords; ovales, très-obtuses ou le plus souvent très-obliquement tronquées (Pl. XX, fig. 2, A); dos arrondi avec nervures grosses, écartées, la médiane formant carène saillante, hispide et rude. Glumelle inférieure lancéolée, quelquefois un peu pubescente ou même hispide au sommet, à nervures latérales très-vertes et saillantes, la médiane formant carène rude et court mucron, quelquefois barbue. Glumelle supérieure égale en largeur, souvent un peu plus large, très-largement ciliée sur les lignes de repli. Axe de l'épillet à entrenœuds longs, un peu cunéiformes, à peine pubescents.

CARACTÈRES ANATOMIQUES.

Rhizome (Pl. XVIII, fig. 14). — Cellules épidermiques *excessivement épaisses*, d'un citron pâle. Zone externe égalant au moins la moitié du rayon, cellules à *parois épaisses*. Zone interne nettement limitée, à deux ou trois assises de fibres hémicycliques simulant des fibres prismatiques qui

¹ M. Godron attribue des nervures fines à son *Agr. glaucum*; je possède cette plante de onze localités différentes et éloignées, et partout elle offre des nervures grosses, telles que je les ai figurées Pl. XIX, fig. 9.

atteignent presque le centre et contiennent 2-3 rangs de faisceaux irréguliers et très-mal formés. Point de cavité centrale.

Chaume (Pl. XIX, fig. 8).—Cellules épidermiques très-épaisses ; grandes plaques rectangulaires de parenchyme vert séparées par de toutes petites masses de tissu libériforme rejoignant une ceinture très-mince de ce tissu, au dedans de laquelle un rang assez régulier de faisceaux ; point d'autres faisceaux vers le centre, qui est plein.

Feuille (Pl. XIX, fig. 9).—Cellules de l'épiderme inférieur grandes, à parois peu épaisses, lisses. Cellules de l'épiderme supérieur très-grandes, se relevant jusque sur les côtés des côtes en aspérités longues et piliformes. Côtes de trois grosseurs en alternance régulière ; savoir : entre deux grosses, deux petites séparées par une moyenne ; les petites déprimées, arrondies ; les autres coupées carrément. Région médiane des côtes occupée à la base et au sommet par du tissu libériforme, lequel entoure même le faisceau. Bandes de parenchyme vert séparées de l'épiderme vers les sinus par des cellules incolores. Sinus larges très-profonds avec cellules bulliformes nombreuses et très-grandes. La marge est constituée par une masse très-forte de tissu libériforme dans lequel pénètrent quelques cellules à chlorophylle.

Variétés.—Cette plante, peu répandue, ne nous a offert comme variations que des gaines glabres sur sa petite forme, et des gaines et des feuilles velues sur sa grande forme. Ces deux formes ont été signalées par M. Godron comme variétés, dans les termes suivants :

« *α genuinum* : Épillets assez grands, à épis rappelant le port d'un *Lolium*. »

« *β microstachyum* Godr. Épillets bien plus petits, plus appliqués contre l'axe ; plante plus grêle dans toutes ses parties. *T. latronum* Godr., *Not. fl. Montp.*, pag. 19. » (*Fl. Fr.* III, pag. 608.)

Station. — Les champs des montagnes.

Habitat. — A Castellane (Loret) ; à Colmars (Émeric et Duval-Jouve) ; à Digne (Godron) ; à Gap (Grenier) ; à Mende (Loret) ; au Vigan et à Ganges (Diomède) ; vallée de la Loire (sel. Boreau). Je l'ai reçu d'Odessa.

Observation. — L'*Agropyrum glaucum* de M. Godron, rapporté par lui au *T. glaucum* Desf., est une plante bien distincte, bien connue, et que

j'ai récoltée et reçue en nombre. Mais l'identité de cette plante avec celle de Desfontaines est loin d'être évidente pour moi. Le *T. glaucum* de Desfontaines n'est point décrit par cet auteur, mais seulement nommé dans son *Tableau de l'École botanique du Muséum*, pag. 16 ; 1804, sans indication de provenance et simplement comme cultivé au jardin du Muséum. Comme le même auteur ne mentionne que cinq espèces vivaces : *T. cristatum*, *junceum* L., *repens* L., *caninum* L. et *glaucum*, et que, suivant le témoignage de De Candolle (*Fl. fr.* VI, pag. 281), ce *T. glaucum* Desf. n'est que la variété β du *T. junceum* Lam. (non L.) cultivé au même jardin, variété « ayant des barbes longues d'un pouce au moins » (*Dict. enc. bot.* II, p. 562), il me paraît bien difficile de rapporter, avec certitude, à la plante de Desfontaines un de nos *Agropyrum*, et surtout la forme qui nous occupe. Voilà pourquoi nous avons marqué d'un signe de doute le nom de Desfontaines, et repris comme certain celui de M. Godron ; encore que ce nom ne nous satisfît pas entièrement. Cette épithète a été appliquée par Host à une autre plante, à feuilles lisses en dessus (voir *supra* pag. 355), par M. Reichenbach à une autre, par De Candolle à une autre « dont les fleurs fertiles se terminent par de longues barbes et les stériles sont nues » (*Fl. fr.* VI, pag. 281) ; enfin, ce terme *glaucum* indique une nuance qui se montre sur plusieurs *Agropyrum* différents, et peut devenir, disons mieux, est devenue une occasion d'erreur. Comme incertain et trompeur, ce terme nous paraissait à abandonner, mais nous avons voulu respecter les droits acquis.

T. ACUTUM DC., *Cat. hort. Monsp.*, pag. 153; *Fl. fr.*, VI, pag. 282.
Ic. n., Pl. XX, fig. 3.

Rhizomes rampant peu profondément, se relevant et se subdivisant pour émettre de nombreux faisceaux de chaumes et de feuilles.

Chaumes de 0^m,20 à 1 mètre, ascendants, pleins, raides. Bourgeons à tous les nœuds inférieurs, ne se développant que rarement. Entrenœud supérieur très-long.

Feuilles à gaines longues, appliquées, recouvrant tous les nœuds ou laissant seulement le supérieur à nu, très-glabres et très-lisses ; oreillettes filiformes. Limbe un peu étalé, plan ; face inférieure à peine carénée, lisse, verte ou un peu glauque ; face supérieure à nervures nombreuses, saillantes et rudes, quoique d'un aspect velouté.

Épi raide, de 0^m,05 à 0^m,40; axe glabre, lisse ou rude sur les marges, non fragile; entrenœuds peu allongés (0^m,008-0^m,015); dos non excavé, arrondi et régulièrement nervié, ou rarement avec une courte ligne blanche à la base. Épillets (6-25) appliqués contre l'axe ou arqués en dehors, un peu épais, en losange très-allongé linéaire; à peine un peu écartés au bas de l'épi, plus longs que les entrenœuds. Glumes un peu inégales, atteignant à peine ou souvent dépassant un peu les deux tiers de la longueur de l'épillet; à peine membraneuses aux bords; sommet un peu obtus; dos arrondi avec nervures assez fortes, la médiane lisse et formant carène vers le sommet qu'elle surmonte d'un rudiment de mucron. Glumelle inférieure lancéolée, lisse à la base; nervure médiane formant carène et rudiment de mucron contre le sommet un peu obtus. Glumelle supérieure égale ou à peine plus courte, à sommet obtus entier, à bords repliés larges, finement pubescents sur les lignes de repli. Axe de l'épillet à entrenœuds pubescents.

Caryopse...

CARACTÈRES ANATOMIQUES.

Rhizome (Pl. XVIII, fig. 15). — Zone externe égale au sixième ou au cinquième du rayon, très-régulière, à épiderme épais, à cellules petites. Zone interne nettement limitée; ceinture de fibres hémicycliques assez large. Un rang assez régulier de faisceaux contre le tissu libériforme, et 12-15 faisceaux répandus dans le tissu central à cellules grandes et à parois minces. Point de cavité centrale.

Chaume (Pl. XIX, fig. 10). — Sous l'épiderme à cellules très-grandes s'étendent de petites masses cunéiformes de tissu fibreux à parois épaisses qui, vers le 1/8 du rayon, reçoivent un faisceau et s'unissent à une ceinture continue de deux couches de tissu pareil, circonscrivant ainsi de grands espaces quadrangulaires de parenchyme vert. A quelque distance de cette ceinture, un rang de 13 à 20 faisceaux; point d'autres faisceaux vers le centre, qui est plein.

Feuille (Pl. XIX, fig. 11). — Épiderme inférieur lisse; carène nulle ou à peine sensible. Côtes de la face supérieure très-fortes, aussi hautes que larges, de deux grosseurs, avec alternance assez régulière, munies de quelques aspérités courtes, grosses, aiguës, courbées vers la pointe du limbe.

Région médiane des côtes occupée à la base et au sommet par quelques cellules à parois épaisses, mais non libériformes, puis par des cellules incolores qui entourent le faisceau; sur chaque bord est une bande de parenchyme vert qui s'unit en formant un V à la bande de la côte voisine. Dans les sinus, trois cellules bulliformes très-petites et se distinguant à peine des autres.

Variétés. — Elles se réduisent à des différences de grandeur.

α luxurians, grande forme à chaumes robustes, feuilles larges et grands épillets;

β reductum, petite forme à chaumes grêles, feuilles étroites, petits épillets.

Et chacune, verte ou glauque, est, dans les sables mobiles, à chaumes presque droits et feuilles longues dressées, ou, dans les sols plus durs, à chaumes couchés à la base, ascendants avec feuilles courtes, étalées.

Anomalie. — Épi bifurqué à la base.

Station. — Sables de la plage.

Habitat. — Entre Agde et Cette; à Maguelone; à Palavas et vers Carnon. Plante disséminée et peu abondante.

Les échantillons sur lesquels a été faite la description qui précède, ont été recueillis à Maguelone, *in loco classico*.

1^{re} Observation. — Cette plante ressemble si complètement par son port au *T. junceum*, que, à moins d'être prévenu, on risque fort, dans des herborisations rapides, de ne pas l'en distinguer. Aussi est-ce avec pleine raison qu'il a été dit par De Candolle: « Cette espèce, qui a sûrement été confondue avec le *T. junceum* ».... *Fl. fr.* V, pag. 282; par M. Fries: « *T. laxum*.. *β megastachyum*. Hæc tota facie spicæ ad *T. junceum* revergit » *Summ. veg. Scand.*, pag. 250; par M. Andersson: « *T. laxum* Fries... *β megastachyum*, habitu omnino *T. juncei* » *Gram. Scand.*, pag. 4, etc. L'épithète *acutum*, imposée par De Candolle, est une conséquence de la comparaison faite de cette espèce avec le *T. junceum*, « dont les valves sont très-obtuses », tandis que De Candolle attribue à sa plante « des glumes et des valves plus pointues » (*DC. Fl. fr.* VI, pag. 282).

En comparant les descriptions de ces deux espèces, on verra que les meilleurs caractères de distinction se tirent des feuilles et des coupes.

2^{me} *Observation*. — A côté du *T. acutum*, M. Boreau mentionne l'*Agr. obtusiusculum* Lange. En se reportant à l'ouvrage original de M. Lange (*Haandbog i den danske Flora*, Copenhague, 1864), on trouve, pag. 52, que cette espèce est caractérisée par : « feuilles carénées, à face supérieure pubescente, rude ; épi à rachis fragile », et que de plus elle est rapportée au *T. acutum* Fries, *Summ. veg. Scand.*, pag. 249, et au *T. acutum* Anderss. *Gram. Scand.*, pag. 2. Or dans le *Summa* de M. Fries, au lieu indiqué, on lit : « *Rachi siccitate fragili... foliis carinato triquetris, superne velutinis scabrisque* », et dans les *Gram. Scand.* de M. Andersson : « *Spica fragili, stricta, rachi hirsuta margine scabriuscula, foliis involutis, carinato-triquetris, angustis, patentibus, superne scabre velutinis... priori (T. junceo) cui maxime affine, structura et habitu simillimum, in vivo tamen eximie differt colore omnium partium intensius glauco* ». Malgré mes recherches, et bien que M. Boreau indique son *Agr. obtusiusculum* dans « les sables maritimes : Manche, Océan, Méditerranée » (*Rev. Agrop.*, pag. 553), il m'a été impossible de rencontrer sur nos plages une plante présentant les caractères assignés par MM. Fries, Andersson et Lange.

T. JUNCEUM L. *Amoen.* IV, cent. 1^a, pag. 266 ? ; *Mant. alt.* pag. 327 !

Rhizome principal très-longuement et très-profondément (0^m,30-0^m,50) rampant, émettant des rejets verticaux, espacés, subdivisés à la surface des sables et des racines très-longues et très-résistantes.

Chaumes de 0^m,15 à 1 mètre, dressés ou ascendants, pleins, raides et cassants. Bourgeons¹ à tous les nœuds inférieurs, se développant, s'ils sont recouverts par les sables, en chaumes secondaires ou en faisceaux de feuilles. Entrenœuds inférieurs courts ; le supérieur plus long à lui seul que tous les autres ensemble.

Feuilles à gaines très-longues, appliquées, recouvrant tous les nœuds, les inférieures portant une pubescence veloutée très-caduque et dont la chute détermine sur les cellules épidermiques des ouvertures amenant rapidement la dessiccation et la décomposition des gaines, qui s'ouvrent alors et paraissent

¹ La première écaille de ces bourgeons est entièrement involucre et comme un capuchon au sommet, fendue vers le dehors avec deux carènes latérales.

très-larges. Ligule membraneuse, très-mince et pellucide, courte, denticulée, plus large que le limbe à son point d'isolement, fendue vers le dos, arrondie vers les bords de la fente et sans oreillettes. Limbe dressé, un peu raide, plan; face inférieure non carénée, lisse, plus ou moins glauque; face supérieure à nervures nombreuses, saillantes, couvertes d'une pubescence veloutée très-dense, mais caduque, et à la chute de laquelle le limbe s'enroule, s'amollit et se courbe.

Épi raide, de 0^m,04 à 0^m,50; axe glabre, très-lisse, ayant à la base de chaque entrenœud une dépression circulaire blanchâtre (couche cellulaire séparatrice de M. H. v. Mohl) et par suite excessivement fragile à la maturité; entrenœuds longs (0^m,015-0^m,040); dos non excavé, mais arrondi et régulièrement nervié. Épillets (2-18) appliqués contre l'axe ou rarement un peu arqués en dehors, épais et gros, plats du côté de l'axe, en losange allongé, écartés au bas de l'épi et ensuite à peine plus longs ou encore plus courts que les entrenœuds. Glumes un peu inégales (l'inférieure plus courte et recouvrant un peu la base de l'autre), atteignant ou dépassant la moitié de la longueur de l'épillet; bords assez largement membraneux; sommet obtus, plus ou moins brusquement arrondi ou obliquement tronqué; dos arrondi, avec nervures lisses, saillantes, espacées et alternant avec une très-petite, la dorsale à peine plus forte que les autres. Glumelle inférieure lancéolée, arrondie et lisse à la base; nervure médiane formant carène et rudiment de mucron en dehors du sommet membraneux et obtus. Glumelle supérieure bien plus courte, à sommet obtus, entier ou à peine échancré, à bords repliés très-larges, finement pubescents sur les lignes de repli. Axe de l'épillet à entrenœuds longs, pubescents veloutés. Les glumés et les glumelles inférieures sont veloutées en dedans comme les feuilles.

Caryopse le plus gros de la section, atténué à sa base, échancré au sommet; appendice large, échancré au sommet et s'avancant plus sur la face antérieure que sur le dos (Pl. XVIII, fig. 20).

CARACTÈRES ANATOMIQUES.

Rhizome horizontal pris à 0^m,45 de profondeur (Pl. XVIII, fig. 16).— Zone externe très-étroite, un dixième du rayon, réduite à deux ou trois rangs de cellules. Ceinture de tissu libériforme également très-étroite, mal

limitée, commençant par des fibres à parois peu épaisses, et contenant quelques faisceaux qui repoussent souvent le tissu libériforme jusque sous l'épiderme. Quinze à vingt faisceaux sont distribués dans le parenchyme central sans cavité et à cellules grandes.

Sur les rhizomes verticaux, la zone externe, plus étroite encore et plus interrompue, disparaît presque aux entrenœuds voisins du chaume.

Chaume (Pl. XIX, fig. 12). — Sous l'épiderme s'étendent des masses presque quadrangulaires de tissu fibreux à parois épaisses, qui environ vers le 1/6 du rayon reçoivent un faisceau et vont s'unir à une ceinture continue d'une couche de tissu pareil, circonscrivant ainsi des groupes presque circulaires de parenchyme vert. Les autres faisceaux fibro-vasculaires, au nombre de 12 à 15, sont répartis jusqu'au centre dans toute la masse cellulaire dont les cellules sont très-grandes.

Feuilles (Pl. XIX, fig. 13). — Épiderme inférieur lisse, à cellules grandes, toutes égales ; nulle trace de carène. Contre cet épiderme, un rang ou deux de cellules incolores. Côtes très-fortes, souvent deux fois aussi hautes que larges, alternant avec de très-petites, toutes entièrement couvertes de longs poils droits, fins et doux. Région médiane des grosses côtes occupée à la base et au sommet par quelques rangs de cellules à parois épaisses, mais non libériformes, puis par des cellules incolores, et vers le milieu par le faisceau ; sur chaque bord est une bande de parenchyme vert qui s'unit à celle de la côte voisine en formant trois des côtés d'un rectangle (Pl. XIX, fig. 14).

Variétés. — C'est le moins variable de tous.

<i>α luxurians</i> , grande forme.....	{	glumes obtuses.
		glumes obliquement tronquées.
<i>β reductum</i> , petite forme.....	{	glumes obtuses.
		glumes tronquées.

Anomalie. — Quelques épillets inférieurs sont à l'aisselle d'une feuille rudimentaire.

Station. — Sables mobiles de la plage.

Habitat. — Tout le littoral de l'Hérault.

II. SOUCHE FIBREUSE, NULLEMENT RAMPANTE.

A. FEUILLES A NERVURES LARGES ET SAILLANTES.

T. ELONGATUM Host. *Gram. austr.* II, pag. 18, tab. 23 (1802).
— T. rigidum Schrad. *Sem. hort. Gott.*, pag. 23 (1803); *Fl. germ.* I,
pag. 392¹. — *Agr. scirpeum* Presl. *Cyp. et Gram. sic.*, pag. 49 (1820).

Souche fortement cespiteuse, très-divisée à la surface du sol et produisant de nombreux fascicules de feuilles et de chaumes. Nulle trace de rhizome.

Chaumes de 0^m,40 à 1^m,20, dressés et très-hauts dans les terrains gras et herbeux ; moins hauts et courbés à la base jusqu'à simuler de courts stolons ; puis ascendants, dans les terrains durs et maigres ; fistuleux ; sans bourgeons aux nœuds inférieurs ; entrenœud supérieur simplement plus long que les autres.

Feuilles à gaines appliquées, assez longues, mais ne recouvrant pas les entrenœuds, très-glabres et très-lisses, les inférieures devenant souvent rouges en vieillissant ; oreillettes filiformes. Limbe très-long et dressé dans les lieux herbeux, plus court et un peu étalé sur un sol maigre et découvert ; d'abord plan, puis bientôt enroulé ; face inférieure non carénée, lisse ; face supérieure à nervures peu nombreuses, très-saillantes et rudes.

Épi grêle, raide, très-droit, de 0^m,10 à 0^m,22 ; axe hérissé, rude, rarement tout à fait lisse, à peine fragile après dessiccation ; entrenœuds de 0^m,010 à 0^m,016, les supérieurs un peu excavés au dos. Épillets (8-20) droits, très-appliqués contre l'axe, un peu épais, ovales, un peu écartés à la base de l'épi, et ensuite égalant ou dépassant la longueur des entrenœuds. Glumes

¹ Schrader a lui-même reconnu l'identité de sa plante et de celle de Host (*Fl. germ.*, I, pag. 392). M. Godron dit que l'*Agr. scirpeum* Presl se distingue du *T. rigidum* Schrad. « par ses glumes non carénées, par ses glumelles tronquées ou émarginées non apiculées ». *Fl. Fr.*, III, pag. 605. Il y a là quelque lapsus, car, d'une part, Schrader ne dit pas que les glumes de sa plante soient carénées, et, de l'autre, il en dit expressément : « glumis obtusissimis, flosculis muticis », l. c., in diagn., pag. 392, et « spiculis obtusis nunquam aristatis ; glumis calicinis obtusissimis, haud raro fere truncatis et retusis, corollinis pariter obtusis », l. c., in descr., pag. 393. C'est De Candolle qui a dit de son *T. rigidum* : « fleurs se terminant par une très-petite pointe », *Fl. fr.* VI, pag. 282. Mais on sait que ce dernier auteur comprenait dans ses variétés γ et δ des formes appartenant au *T. repens* ; voir *supra*, pag. 350.

inégales, à peine contiguës à la base, égalant la moitié ou seulement le tiers de la longueur de l'épillet, un peu membraneuses aux bords, très-obtuses, arrondies ou carrément tronquées au sommet; arrondies sur le dos avec nervures larges, peu saillantes, lisses ou un peu rudes, la médiane à peine plus forte. Glumelle inférieure lancéolée, arrondie et lisse à la base, obtuse ou un peu échancrée; nervure médiane lisse ou hérissée, ne formant pas mucron. Glumelle supérieure un peu plus courte, atténuée au sommet entier, finement pubescente sur les lignes de repli. Axe de l'épillet à entrenœuds courts, hérissés rudes.

Caryopse le plus petit de la section, atténué à la base, presque plat; appendices décurrents sur les côtés en marges transparentes (Pl. XVIII, fig. 21).

CARACTÈRES ANATOMIQUES.

Chaume (Pl. XIX, fig. 15). — Sous l'épiderme s'étend une épaisse ceinture continue de tissu libériforme à parois très-épaisses, et de place en place, entre elle et l'épiderme, s'interposent quelques petites plaques inégales de chlorophylle avec un faisceau; puis un rang irrégulier de faisceaux est répandu dans le tissu cellulaire qui ne s'avance guère que jusqu'au $\frac{1}{3}$ du rayon.

Feuille (Pl. XIX, fig. 16). — Épiderme inférieur lisse; nulle carène. Côtes de la face supérieure peu nombreuses, inégales, les unes très-grosses séparées par trois autres, dont deux petites de chaque côté, d'une médiane de grandeur moyenne, toutes avec des aiguillons gros, courts, courbés en avant. Région médiane des plus grosses côtes occupée à ses deux extrémités par quelques rangs de fibres, puis par des cellules incolores jusqu'à la base, où se trouve le faisceau; sur le bord est une bande de parenchyme vert qui, après avoir contourné la petite côte, se rattache à la bande verte de la côte médiane en formant une ondulation très-élégante.

Variétés. — *aluxurians*; très-grand; chau- { *a* glumes arrondies au sommet.
mes robustes, grands épillets. { *b* glumes carrément tronquées.
β reductum; chaumes grêles, { *a* glumes arrondies au sommet.
épis pauciflores, subulés. { *b* glumes carrément tronquées.

et chaque forme se présente, dans les sols gras et très-humides, avec des chaumes très-droits, des feuilles très-longues et très-étroites, et dans les endroits plus secs et durs, avec des feuilles courtes étalées, et des chaumes courbés ascendants.

Anomalie. — Épillets inférieurs à l'aisselle d'une feuille rudimentaire.

Station. — Tout à fait au bord des étangs salés du littoral, quelquefois même dans la vase, jamais dans les sables mobiles.

Habitat. — Tout le littoral de l'Hérault ; aux Onglous ; à Maguelone ; à Palavas ; à Carnon ; au Grand Travers, etc. Tout le littoral de la Camargue ; les bords de l'étang de Berre ; près de Toulon, etc.

T. ROUXII Gren. et J. Duv.-J., in Gren. *Fl. mass. adv.* suppl. pag. 23.

Ic. n. Pl. XX, fig. 4.

Souche fibreuse, nullement rampante ; chaumes de 0^m,50 à 0^m,60, ascendants, dressés, grêles, fistuleux.

Feuilles à gaines étroitement appliquées, les supérieures glabres, les inférieures pubescentes, recouvrant presque en entier les entrenœuds et seulement la moitié du supérieur. Limbe très-court (sur les feuilles inférieures de 0^m,08 à 0^m,10, sur les supérieures de 0^m,02 à 0^m,05), un peu glauque, enroulé de bonne heure, un peu raide, très-étroit ; face inférieure très-lisse ; face supérieure à nervures grosses, égales, couvertes d'une pubescence courte un peu raide.

Épi grêle, droit, de 0^m,05 à 0^m,10 ; axe rude, filiforme, fragile ; entrenœuds très-plats sur les deux faces. Épillets (8-22) non appliqués, un peu divergents, rapprochés, égalant au moins deux entrenœuds, 2-3 flores, très-atténués au sommet, renflés vers la base ; les inférieurs presque toujours abortifs (Pl. XX, fig. 4, A). Glumes presque égales et presque aussi longues que l'épillet, très-écartées l'une de l'autre à leur base (comme celles des *Elymus*), étroitement lancéolées et presque filiformes sur leur moitié supérieure ; à peine membraneuses aux bords ; à trois nervures très-peu apparentes, la médiane formant à peine carène, un peu rude. Glumelle inférieure lancéolée, très-longuement atténuée, lisse, à trois nervures à peine apparentes, arrondie et non carénée sur le dos, se terminant par un acumen

ou une barbe égale à la moitié de sa longueur. Glumelle supérieure plus courte, atténuée au sommet obtusiuscule et un peu pubescent, glabre sur les lignes de repli. Axe de l'épillet à entrenœuds excessivement courts ; glabres ; le supérieur un peu plus long.

Caryopse.....

CARACTÈRES ANATOMIQUES.

Chaume (Pl. XIX, fig. 17). — Contour ondulé et sinueux. Sous l'épiderme à cellules très-petites, se montrent des groupes alternativement grands et petits de parenchyme vert, séparés par des masses à peu près égales de tissu libériforme, lesquelles se rattachent à une ceinture très-mince de ce même tissu ; au dedans, un seul rang de faisceaux très-petits. Tissu cellulaire occupant environ les deux tiers du rayon.

Feuille (Pl. XIX, fig. 18). — Épiderme inférieur lisse, sans carène ; côtes très-fortes, aussi larges que hautes, peu inégales, toutes couvertes, même sur les côtés, de poils courts un peu raides ; région médiane occupée par du tissu incolore et vers le bas par le faisceau. Bandes latérales de parenchyme vert très-larges. Cellules bulliformes petites, rondes.

Station. — Prairies maritimes.

Habitat. — « Prairies salées de Berre près de Marseille, 11 juin 1859 (Blaise et Roux). Cette plante étant probablement spontanée dans la localité, devra prendre rang parmi les espèces françaises. » (Grenier, *Fl. mass. adv.* suppl. pag. 24.)

M. Roux m'a écrit depuis cette époque, que la prairie où il a trouvé cette belle plante est occupée aujourd'hui par une fabrique de soude. Heureusement, en juin 1869, elle a été retrouvée sur la plage marécageuse de Roquehaute, du côté de Portiragnes, par M. Henri Armand (frère Lioberus). M. Loret, à qui elle a été donnée, a bien voulu m'en faire part le 28 septembre 1869 ; et, comme le fait justement remarquer M. Loret, cette nouvelle localité établit « la constatation bien suffisante aujourd'hui d'un indigénat qu'on aurait pu contester ». (*Bull. Soc. bot. de France*, tom. XVI, pag. 287.)

B. FEUILLES A NERVURES FINES.

T. CANINUM L. *Sp. pl.*, ed. I^a, pag. 86; in op. post. sub nomine:
Elymus caninus.

Souche fibreuse, nullement rampante.

Chaumes de 0^m,50 à 1^m,10, dressés, fistuleux, le plus souvent un peu rudes à la partie supérieure des entrenœuds.

Feuilles à gaines appliquées, glabres ou rarement les inférieures portant une légère pubescence dirigée en bas, recouvrant au moins les quatre cinquièmes des entrenœuds et seulement le tiers du supérieur qui devient très-long après la floraison; oreillettes très-petites ou nulles au haut de la fente¹. Limbe toujours plan, large, mou, d'un vert gai; face inférieure glabre, rude; face supérieure brièvement pubescente, rude. Nervures très-nombreuses, aussi saillantes à la face inférieure qu'à la face supérieure, fines, alternant par trois ou par cinq avec une plus forte.

Épi ordinairement grêle, lâche et un peu penché, ou plus rarement très-compact et droit, de 0^m,08 à 0^m,13; axe rude; entrenœuds plats sur les deux faces; la face ventrale bordée par les décurrences de la feuille fulcrante abortive (voir ci-dessus pag. 366).

Épillets (8-30) peu appliqués contre l'axe, ovales allongés, non comprimés et plutôt un peu ventrus, écartés ou plus rarement très-rapprochés, toujours plus longs qu'un entrenœud et même souvent que deux. Glumes inégales, très-variables dans leur longueur relative, égalant tantôt presque toute la longueur, tantôt seulement la moitié de l'épillet; ne se recouvrant pas à la base; membraneuses aux bords; lancéolées et longuement atténuées, aiguës, à dos arrondi, à 3-5-7 nervures assez fortes, rudes, alternant avec de plus petites sensibles surtout vers le milieu de la longueur; la médiane à peine plus forte, se prolongeant en long mucron ou même en longue barbe, plus rarement expirant à la pointe mutique. Glumelle inférieure lancéolée, atténuée, lisse à la base; nervures très-saillantes sur le tiers supérieur, rudes, la mé-

¹ M. Boreau attribue à cette espèce des « gaines tubuleuses, comme entières à la base », *Fl. centr.*, 3^e éd., II, pag. 729; *Rev. Agr.*, pag. 358. Je les ai constamment trouvées fendues et à bord recouvrant, comme sur les autres espèces de la section *Agropyrum*.

diane formant à peine carène et se prolongeant en barbe souvent plus longue que la glumelle, plus rarement expirant à la pointe mutique et obtusiuscule, obscurément bidentée. Glumelle supérieure plus longue que l'autre, à sommet entier, atténué, obtus, non ou à peine ciliée sur les lignes de repli. Axe de l'épillet à entrenœuds longs, très-psubescents.

Caryopse.....

CARACTÈRES ANATOMIQUES.

Chaume (Pl. XIX, fig. 19). — Sous l'épiderme s'étendent des plaques larges et minces de cellules à chlorophylle séparées par des masses de tissu libériforme se rattachant à une mince ceinture du même tissu ; dans le tissu cellulaire, qui n'occupe qu'un tiers du rayon, un seul rang de faisceaux alternant assez régulièrement avec le parenchyme vert.

Feuille (Pl. XIX, fig. 20). — Cellules de l'épiderme inférieur petites sur les nervures, plus grandes sur le parenchyme vert et relevées en aspérités courtes, aiguës, obliques. Nervures saillantes sur les deux faces et surtout sur l'inférieure très-fortement carénée. Épiderme supérieur relevé sur les nervures en petites aspérités et en poils mous. Nervures très-espacées, toutes constituées par une bande médiane de fibres libériformes, et vers le milieu de l'épaisseur par le faisceau. Large bande de parenchyme vert allant tout droit d'une nervure à l'autre et recouverte par une suite de grandes cellules bulliformes saillantes.

Variétés. — Moins variable que la plupart de ses congénères :

α genuinum ut vulgatius: épis barbus ;

β muticum: épis mutiques à glumelles aiguës ;

γ obtusum: épis mutiqués à glumelles obtuses.

Il se montre aussi avec des épis lâches, et plus rarement avec des épis compacts. La variété barbue est la plus répandue dans le Midi.

Anomalies. — Épillets géminés aux articulations inférieures du rachis. C'est cette anomalie, peu fréquente d'ailleurs, qui a fait dire à Linné : « Cum spiculæ inferiores sint geminæ, a *Tritico* re novendus est. » *Fl. suec.*, ed. 2^a, pag. 39, et l'a fait placer et maintenir par lui dans le genre *Elymus*.

Assez fréquemment les épillets inférieurs sont à l'aisselle d'une feuille rudimentaire.

Station. — Haies; bords des bois.

Habitat. — Le Caylar et Lunas (Hérault). Commun dans le nord de l'Europe et de la France; plus rare dans le Midi. Je l'ai récolté à Colmars (B.-Alpes); M. Willkomm le dit peu répandu en Espagne; Bertoloni l'indique dans le nord de l'Italie, et Gussone dans les montagnes de la Sicile.

III. CONCLUSIONS.

Si maintenant nous voulons, en résumant ce qui ressort des descriptions précédentes, nous rendre compte de la valeur de chacune des espèces décrites, ou, si l'on veut, de leur degré de spéciété, nous verrons :

Que le *T. Rouxii*, par sa souche, ses feuilles et ses enveloppes florales, est un type en dehors des autres et sans intermédiaire qui le rattache à eux¹;

Qu'à très-peu près il en est de même des *T. caninum*, *elongatum* et *junceum*, lesquels sont des types très-tranchés et relativement peu variables;

Que le *T. acutum*, si distinct qu'il soit, se rapproche déjà un peu, par l'aspect général, du *T. junceum* et, par les détails de son organisation, du *T. littorale*;

Que le *T. repens*, type très-distinct, se rapproche, dans quelques-unes de ses innombrables variations, du *T. intermedium*, mais s'en tient cependant encore à grande distance;

Que les *T. intermedium* et *littorale* n'ont entre eux que des différences d'organisation à peine saisissables, quelque considérables que soient parfois leurs différences d'aspect; et qu'ainsi ces deux plantes paraissent dériver d'un type unique, très-flexible et constamment modifié par les circonstances extérieures;

Enfin, que le *T. glaucum* et le *T. Pouzolzii* ont une forme très-voisine des deux précédentes, et que leurs rapports avec elles ont à être plus sévèrement déterminés par une recherche attentive et une étude suivie des formes intermédiaires.

¹ M. Grenier va même jusqu'à dire que cette plante pourrait avec les *T. ramosum* Trin. et *pseudagropyrum* Ledeb., « constituer une section propre ou être élevée au rang de genre » : o. c., pag. 24.

Pour l'établissement des espèces, d'une part, j'ai employé le principe des *variations parallèles des types congénères* (*Bull. Soc. bot. de France*, tom. XII, pag. 196 et suiv.; 1865), attendu que, s'il est bien reconnu que le *T. repens*, par exemple, subsiste comme espèce unique sous ses innombrables variations, il n'y a pas de raison pour constituer des espèces avec les mêmes variations des types voisins. D'autre part, j'ai fait pour les *Agropyrum* ce que j'ai précédemment fait pour les Fougères (in Billot, *Ann. fl. Fr. et All.*, pag. 50, 149, 245; 1856), pour les *Equisetum* (*Hist. nat. des Equis. de France*; 1861), pour les *Salicornia* de l'Hérault (*Bull. Soc. bot. de France*, tom. XV, pag. 132 et suiv.; 1868), et même déjà en partie pour un genre de Graminées, les *Avena* (*Bull. Soc. bot. de France*, tom. X, pag. 50 et suiv.; 1863). J'ai fait concourir l'analyse anatomique à la distinction des espèces, d'après ce principe que je rappelle ici, comme je l'ai rappelé dans mon travail sur les *Salicornia* :

» 1° Quand deux espèces, si voisines qu'elles soient, sont bien distinctes, aux différences saillantes de leur ensemble extérieur correspondent des différences réelles dans les détails de leur organisation intime;

» 2° Si, dans l'ensemble de leur aspect et dans leur constitution intime, deux plantes se ressemblent et que leurs différences ne soient qu'à la surface et ne consistent qu'en des modifications de parties secondaires, en développements ou arrêts d'une ou de plusieurs de ces parties, il n'y a sous cette unité d'ensemble et de constitution, et malgré cette différence dans quelques détails, qu'une seule espèce, qu'un seul et même type modifié par des circonstances extérieures, quelquefois appréciables, souvent encore inconnues. » (J. Duval-Jouve, in Billot, *Ann. fl. Fr. et All.*, pag. 266.)

Je crois ce principe vrai. Mais en même temps je prie instamment qu'on veuille bien remarquer qu'il n'est point du tout dans ma pensée question de substituer systématiquement, pour la détermination des espèces, l'examen microscopique des tissus aux indices fournis par les caractères extérieurs et apparents. Vouloir spécifier les plantes uniquement d'après les combinaisons que présentent leurs organes élémentaires, serait une prétention absurde, que je repousse de toutes mes forces, attendu que ce serait méconnaître les rapports les plus naturels et les plus essentiels, ceux que fournissent les organes de reproduction, les enveloppes florales, les feuilles,

l'ensemble de la plante et le reste. Mais dans certains cas où l'on risque de rester en état de doute, on peut et, à mon avis, on doit avoir recours à l'examen des tissus constitutifs. Ainsi, dans le cours ordinaire du commerce et des relations financières, on accepte la monnaie et on en détermine la valeur sur la simple vue de la forme et de l'effigie; a-t-on quelques doutes, on la pèse; des doutes plus forts, on la coupe et on l'analyse.

Il est évident pour moi, d'une part, que la constatation de l'identité dans la structure interne est une puissante raison pour conclure à l'identité du type, malgré quelques apparences de différence dans les parties extrêmes soumises directement aux influences des agents extérieurs; d'autre part, que la concordance entre les différences externes et les différences anatomiques nous indique des types différents, constants et *arrêtés*. Et par là, je veux dire seulement des types actuellement modifiés et appropriés aux nécessités de notre période géologique, et devant demeurer tels tant que durera cette période, ou se modifier avec elle insensiblement, si, comme il est probable, elle se modifie insensiblement, mais enfin constants et arrêtés pendant les temps actuels, qui, dans l'innombrable série des périodes à durée incalculable, ne sont qu'un instant, dont le caractère organique, invariable en apparence, sera tout aussi passager que celui des temps antérieurs.



EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XVI

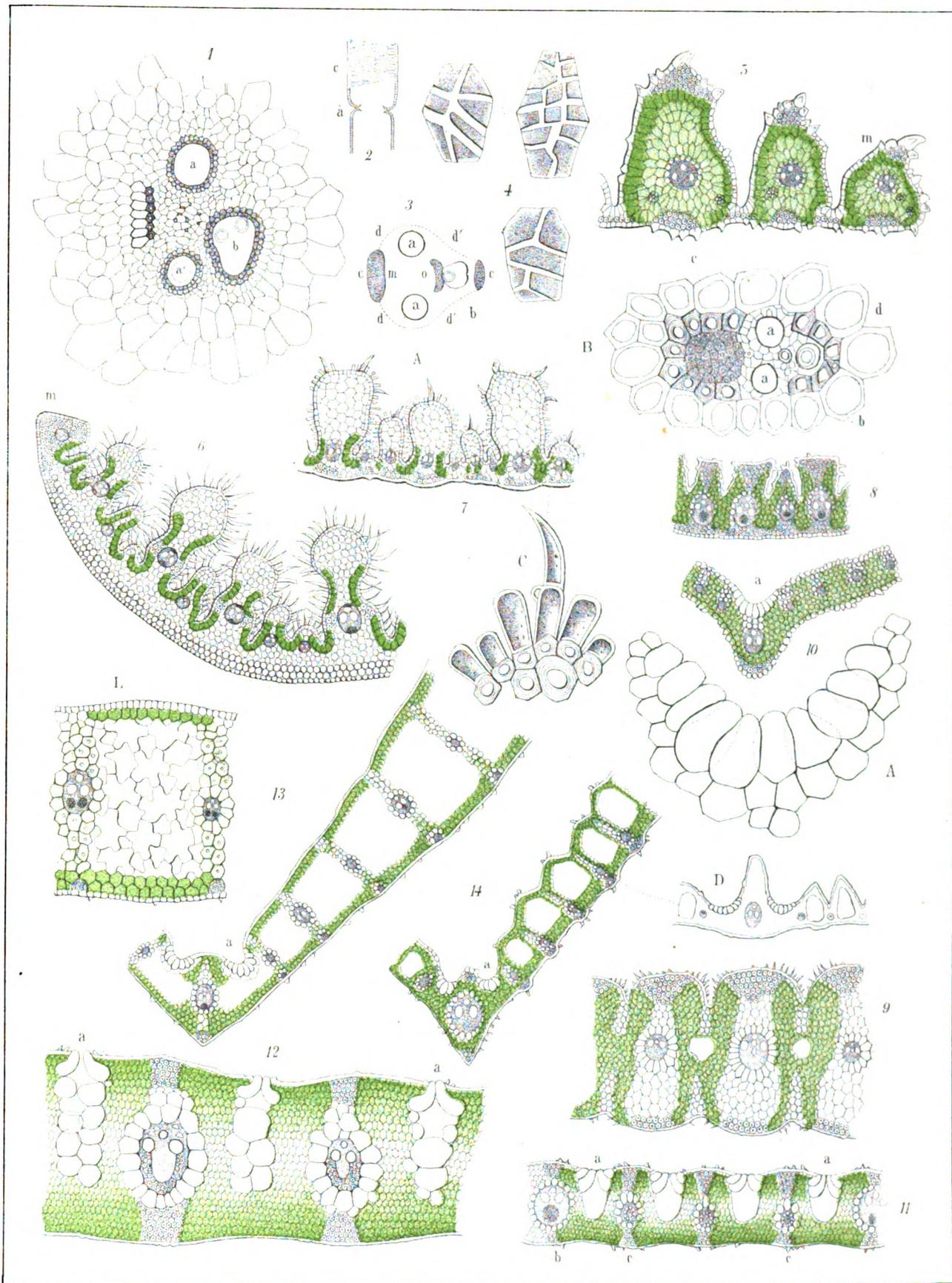
Feuilles de diverses Graminées

Fig.

1. **Zea Mais.** Coupe transversale d'un faisceau fibro-vasculaire pris vers le milieu d'un entrenœud de la tige. 70 diamètres.
a a' Gros vaisseaux ponctués et rayés; en *a'* on voit un bourrelet annulaire, reste de la cloison primitive. — *b* Lacune autour d'un vaisseau annulaire.
2. **Zea Mais.** Vaisseau rayé. 70 d.
c Vu de l'extérieur; *a'* Coupé longitudinalement pour montrer le bourrelet intérieur.
3. **Erianthus Ravennæ.** Coupe transversale au simple trait d'un faisceau fibro-vasculaire de la tige. 100 d.
a a' Gros vaisseaux ponctués et rayés; *b* Lacune à anneaux; *c* Position des groupes du tissu libériforme; *d d'* Direction de ce tissu quand il entoure le faisceau.
4. **Zea Mais.** Paroi transversale des cellules entourant les vaisseaux. 792 d.
5. **Deschampsia cespitosa.** Feuille coupée transversalement. 35 d.
m Côte marginale.
6. **Psamma arenaria.** Feuille coupée transversalement. 35 d.
m Côte marginale.
7. **Spartina versicolor.** *A* Feuille coupée transversalement. 35 d.
B Faisceau fibro-vasculaire d'une des grosses nervures de la même feuille. 250 d.

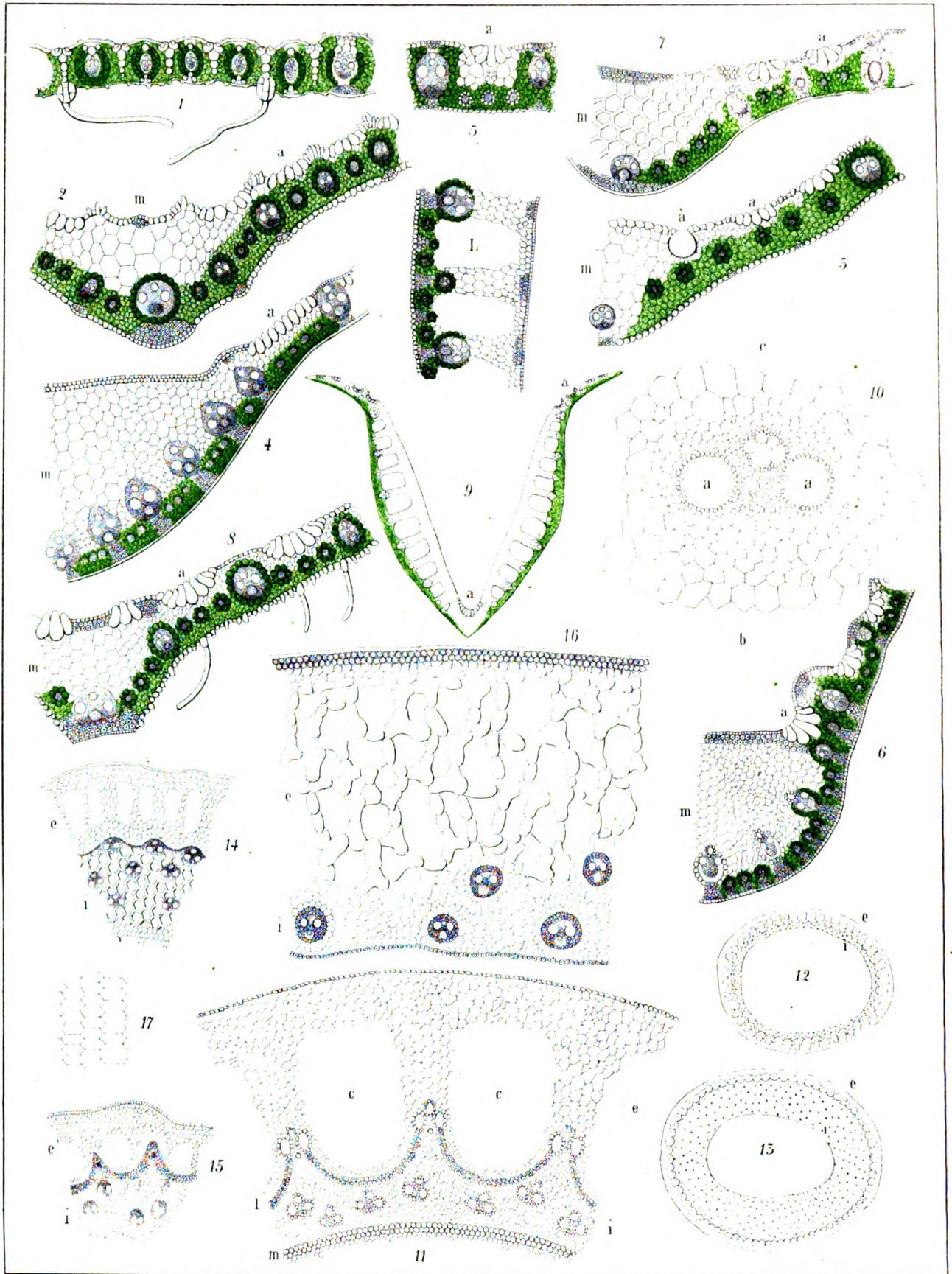
Fig.

- *a* Vaisseaux; — *b* Lacune à anneaux; — *c* Fibres libériformes; — *d* Ceinture de grandes cellules.
C Poils articulés de la même feuille. 250 d.
8. **Ampelodesmos tenax.** Feuille coupée transversalement. 35 d.
 9. **Gynerium argenteum.** Feuille coupée transversalement. 35 d.
 10. **Dactylis glomerata.** Feuille coupée transversalement sur la carène. 35 d.
a Cellules bulliformes; *A* les mêmes cellules à 200 d.
 11. **Arundo phragmites.** Feuille coupée transversalement entre la ligne médiane et la marge. 70 d.
a Cellules bulliformes; — *b* Gros faisceau; *c* Petit faisceau.
 12. **Arundo Donax.** Feuille coupée transversalement près de la ligne médiane. 70 d.
a Cellules bulliformes.
 13. **Glyceria aquatica.** Feuille coupée transversalement sur la ligne médiane. 35 d.
a Cellules bulliformes.
L Cellules des lacunes. 142 d.
 14. **Glyceria fluitans.** Feuille caulinaire coupée transversalement sur la région médiane. 35 d.
a Cellules bulliformes; — *D* région médiane d'une feuille flottante.



J. Duval-Louve del.

Ch. de la Roche sculp.



J. Duval-Jouve del.

Guillemot sculp.

PLANCHE XVII

Feuilles et Rhizomes de Graminées

Fig.

1. **Cynodon dactylon**. Feuille coupée transversalement. 70 diamètres.
2. **Setaria glauca**. Feuille coupée transversalement sur la région médiane. 70 d.
a Cellules bulliformes; *m* Cellules de la ligne médiane blanche.
3. **Panicum crus galli**. Feuille coupée transversalement sur la région médiane. 70 d.
a Cellules bulliformes; *a'* Grande cellule bulliforme unique; — *m* Cellules de la ligne médiane blanche.
4. **Sorghum halepense**. Feuille coupée transversalement sur la région médiane. 35 d.
a Cellules bulliformes; — *m* Cellules de la ligne médiane blanche.
5. **Saccharum officinarum**. Feuille coupée transversalement, à mi-distance de la ligne médiane et de la marge; une grosse nervure et une moyenne. 35 d.
6. **Imperata cylindrica**. Feuille coupée transversalement sur la région médiane. 35 d.
a Cellules bulliformes; — *m* Cellules de la ligne médiane blanche.
7. **Andropogon Ischæmum**. Feuille coupée transversalement sur la région médiane. 70 d.
a Cellules bulliformes; — *m* Cellules de la ligne médiane blanche.
8. **Andropogon distachyon**. Feuille coupée transversalement sur la région médiane. 70 d.
a Cellules bulliformes; *m* Cellules de la ligne médiane blanche.

Fig.

9. **Andropogon squarrosus**. Feuille entière coupée transversalement. 10 d.
a Cellules bulliformes.
L Lacune de la même feuille. 35 d.
10. **Arundo phragmites**. Coupe transversale d'un faisceau fibro-vasculaire pris dans un rhizome de moyenne grosseur. 70 d.
a a Gros vaisseaux ponctués et rayés; — *b* Anneaux; — *c* Cellules à base horizontale, dont la destruction détermine une lacune simulant un gros vaisseau.
11. **Arundo phragmites**. Coupe transversale d'un rhizome de 0^m, 01 de diam. 25 d.
e Zone externe; — *i* Zone interne; — *c* Canaux aérifères de la zone externe; — *l* Ceinture de fibres; — *m* Ceinture de cellules à parois épaisses.
12. **Arundo phragmites**. Coupe transversale d'un rhizome de 0^m, 031 de diamètre.
e Zone externe; — *i* Zone interne. — Les points indiquent la place des faisceaux.
13. **Arundo Donax**. Coupe transversale d'un rhizome de 0^m, 04 de diamètre.
e Zone externe; — *i* Zone interne. — Les points indiquent la place des faisceaux.
14. **Panicum repens**. Coupe transversale du rhizome. 25 d.
e Zone externe; — *i* Zone interne.
15. **Spartina versicolor**. Coupe transversale du rhizome. 25 d.
e Zone externe; — *i* Zone interne.
16. **Glyceria aquatica**. Coupe transversale du rhizome. 70 d.
e Zone externe; — *i* Zone interne.
17. Coupe longitudinale du même pour montrer le mode d'articulation des cellules. 70 d.

PLANCHE XVIII

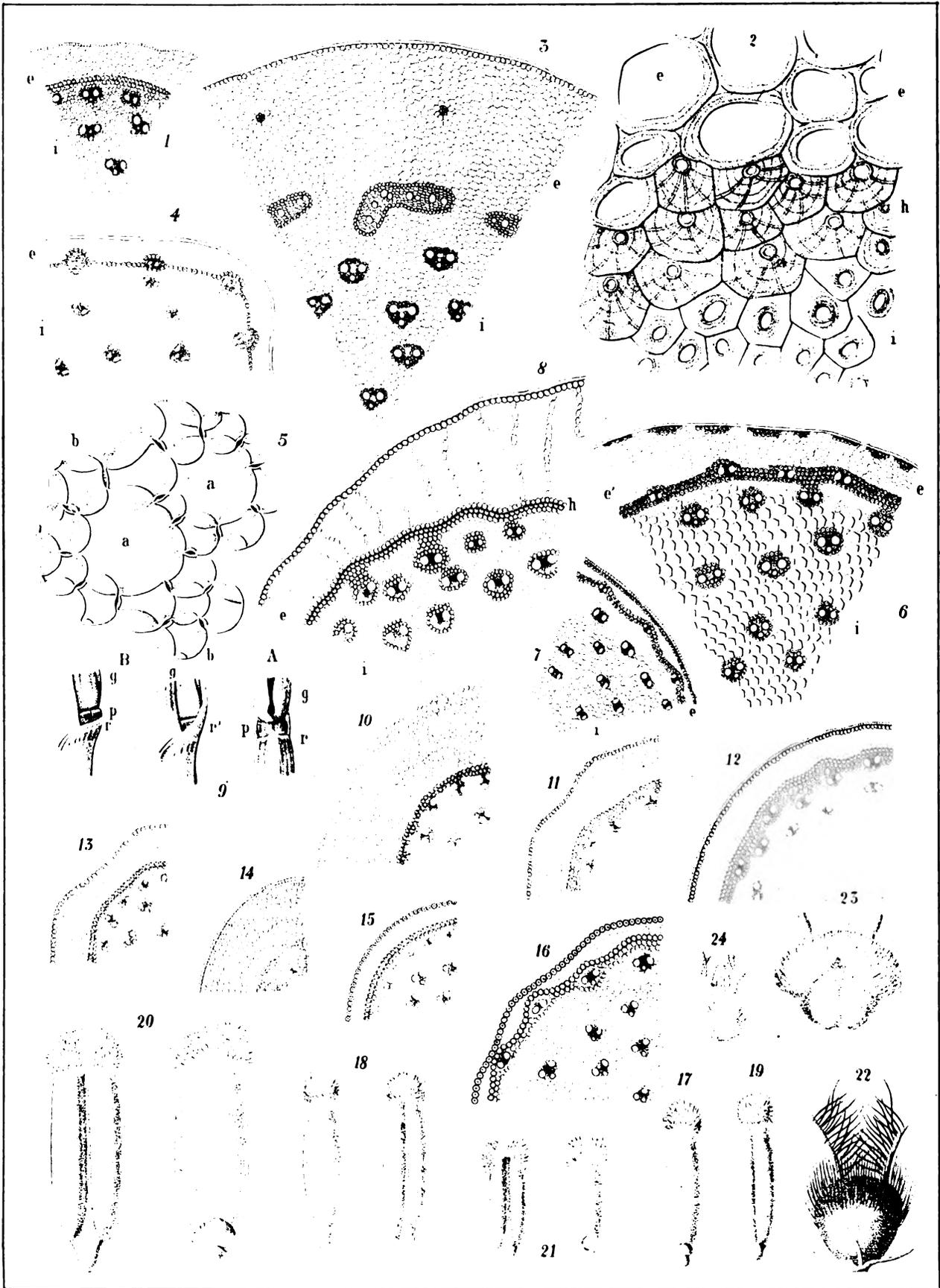
Rhizomes et Caryopses

Fig.

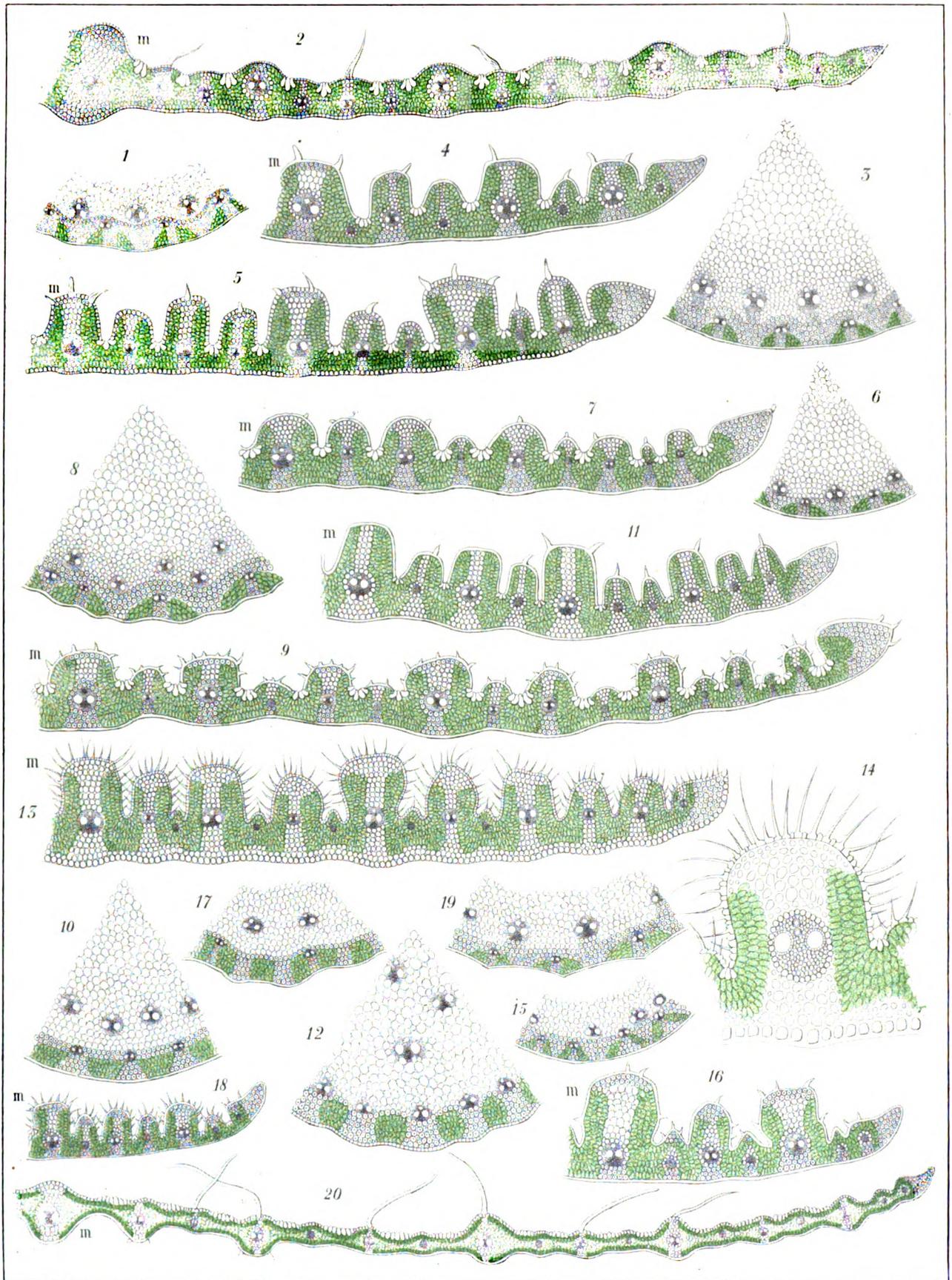
1. **Psamma arenaria**. Coupe transversale du rhizome. 25 diamètres.
2. **Psamma arenaria**. Fibres hémicycliques. 482 d.
e Cellules de la zone externe; — *h* Fibres hémicycliques; — *i* Cellules de la zone interne.
3. **Sorghum halepense**. Coupe transversale du rhizome. 25 d.
4. **Panicum digitaria** Laterr. Coupe transversale du rhizome. 25 d.
J'ai dû me borner à tracer seulement les contours des deux zones, par l'impossibilité de figurer à ce grossissement les tissus compliqués de ce rhizome; on les trouvera à la figure suivante.
5. **Panicum digitaria** Laterr. Coupe transversale des cellules de la zone interne montrant leur apparence en octobre. 250 d.
a Canaux aérifères; *b* Cellules à parois épaisses.
6. **Cynodon Dactylon**. Coupe transversale du rhizome. 25 d.
e Zone externe; — *e* Région lacuneuse de la même zone; — *i* Zone interne.
7. **Sporobolus arenarius**. Coupe transversale du rhizome, 25 d.
8. **Æluropus littoralis**. Coupe transversale du rhizome. 50 d.
e Zone externe; — *i* Zone interne; — *h* Ligne de fibres hémicycliques.
9. **Triticum caninum**. Base d'un épillet. A vu de face, B vu de côté. 5 d.

Fig.

- r* Rudiment de feuille; — *r'* Le même plus développé; — *p* Pédicelle; — *g* Partie inférieure des glumes.
10. **Triticum repens**. Coupe transversale du rhizome. 25 d.
 11. **Triticum intermedium**. Coupe transversale du rhizome. 25 d.
 12. **Triticum littorale** (forme barbue). Coupe transversale du rhizome. 25 d.
 13. **Triticum Pouzolzii**. Coupe transversale du rhizome. 25 d.
 14. **Triticum glaucum**. Coupe transversale du rhizome. 25 d.
 15. **Triticum acutum**. Coupe transversale du rhizome, 25 d.
 16. **Triticum junceum**. Coupe transversale d'un rhizome pris à 0^m. 45 de profondeur. 25 d.
 17. **Triticum repens**. Caryopse. 5 d.
 18. **Triticum intermedium**. Caryopse. 5 d.
 19. **Triticum littorale**. Caryopse. 5 d.
 20. **Triticum junceum**. Caryopse, 5 d.
 21. **Triticum elongatum**. Caryopse. 5 d.
 22. **Triticum vulgare**. Ovaire emprunté à la planche XXXIV, fig. *d* de Kunth, *Agrost. syn.* I, suppl.
 23. **Triticum vulgare**. Le même ovaire plus grossi; reproduction de la fig. *g* de la même planche.
 24. Ovaire d'*Agropyrum* emprunté à la planche LXXX, fig. 13, de Nees von Esenbeck, *Gen. plant. fl. germ.*; 1843.



J. Duval-Jouve del.



J. Duval-Jouve del.

Lith. par M. L. Montpelier

PLANCHE XIX

Chaumes et Feuilles d'Agropyrum

Fig.

1. **Triticum repens.** Coupe transversale d'un chaume. 35 diamètres.
m Côte médiane. Même signification pour les autres figures.
2. **Triticum repens.** Coupe transversale d'une feuille. 35 d.
3. **Triticum intermedium.** Coupe transversale d'un chaume. 35 d.
La coupe du *T. littorale* ne diffère pas.
4. **Triticum intermedium.** Coupe transversale d'une feuille. 35 d.
5. **Triticum littorale.** Coupe transversale d'une feuille. 35 d.
6. **Triticum Pouzolzii.** Coupe transversale d'un chaume. 35 d.
7. **Triticum Pouzolzii.** Coupe transversale d'une feuille. 35 d.
8. **Triticum glaucum.** Coupe transversale d'un chaume. 35 d.
9. **Triticum glaucum.** Coupe transversale d'une feuille. 35 d.

Fig.

10. **Triticum acutum.** Coupe transversale d'un chaume. 35 d.
11. **Triticum acutum.** Coupe transversale d'une feuille. 35 d.
12. **Triticum junceum.** Coupe transversale d'un chaume. 35 d.
13. **Triticum junceum.** Coupe transversale d'une feuille. 35 d.
14. Une nervure de la même feuille. 70 d.
15. **Triticum elongatum.** Coupe transversale d'un chaume. 35 d.
16. **Triticum elongatum.** Coupe transversale d'une feuille. 35 d.
17. **Triticum Rouxii.** Coupe transversale d'un chaume. 70 d.
18. **Triticum Rouxii.** Coupe transversale d'une feuille. 35 d.
19. **Triticum caninum.** Coupe transversale d'un chaume. 35 d.
20. **Triticum caninum.** Coupe transversale d'une feuille. 35 d.

PLANCHE XX

Espèces de *Triticum* (Sect. *Agropyrum*).

Fig.

1. ***Triticum Pouzolzii***, après la floraison.

A Épillet à 3 diamètres.

2. ***Triticum glaucum***, après la floraison.

A Glumes à 3 d.

Fig.

3. ***Triticum acutum***, après la floraison.

4. ***Triticum Rouzii***, au moment de la floraison.

A Épillet à 3 d.





J. Duval - Joune, del.

Lith. Becke & Fils, Montpellier.

DES PHÉNOMÈNES PHYSIQUES
QUI ACCOMPAGNENT LA RUPTURE
PAR LA CONGÉLATION DE L'EAU

DES PROJECTILES CREUX DE DIVERS CALIBRES

Par MM. Ch. MARTINS et G. CHANCEL.



La glace surnageant à l'eau, Galilée en avait conclu que celle-ci devait se dilater en se solidifiant¹. Les Académiciens de Florence voulurent vérifier cet énoncé par des expériences variées et concluantes. Ils constatèrent d'abord que l'eau, en se congelant, brise les vases en métal ou en verre qu'elle remplit exactement ; ils remarquèrent aussi², dans leur première expérience, que l'eau ne se solidifiait pas en entier, mais seulement à la périphérie. Cherchant à mesurer la dilatation de l'eau passant à l'état solide, ils procédèrent de deux manières. D'abord, en mettant une certaine quantité d'eau dans un tube gradué et en la faisant geler, ils constatèrent³ que les volumes de l'eau liquide et de l'eau solide étaient entre eux :: 8 : 9, rapport qui n'est pas très-éloigné de ceux qu'on a trouvés depuis, eu égard à la méthode qui

¹ *Discorso intorno alle cose che stanno in su' l'acqua e che in quella si muovono.* (Opere di Galileo Galilei, 1728, tom. I, pag. 225.)

² *Saggi di naturali esperienze fatte nell' Accademia del cimento*; seconda edizione, 1691, pag. 133.

³ *Loc. cit.*, pag 144.

a servi à l'établir. 2° En pesant un volume d'eau déterminé et pesant ensuite un second volume d'eau égal à celui de la glace résultant de la congélation du premier, ils trouvèrent¹ le rapport 25 à 28 1/8, qui est sensiblement d'accord avec le premier.

On cite rarement les expériences des Académiciens de Florence, quoiqu'ils aient les premiers étudié sérieusement la question de la solidification des liquides; mais tous les traités de physique mentionnent, à propos de l'augmentation du volume de l'eau passant à l'état de glace, la rupture des bombes que le major Edward Williams fit éclater par ce moyen à Québec en décembre 1784 et janvier 1785. Une relation de ces expériences fut envoyée par lui à Charles Hutton, professeur de mathématiques à Woolwich; celui-ci les fit connaître à John Robison, secrétaire de la Société royale d'Édimbourg, qui les communiqua à cette Société², le 7 novembre 1786. Les bombes avaient un diamètre extérieur de 1,28 pouces anglais ou 0^m,32, sur une épaisseur moyenne de fonte de 38 millimètres. Avant l'expérience, elles étaient bouchées par un bouchon en fer retenu par des étriers métalliques fixés à l'intérieur. Pendant ces essais, au nombre de huit, le thermomètre à l'air libre se tenait en moyenne à 24° centigrades au-dessous de zéro, et il oscilla de — 19° à — 28°. Dans sept expériences le bouchon fut projeté à une grande distance, qui cependant ne dépassa pas 125 mètres: sa projection était immédiatement suivie de la sortie d'un cylindre de glace d'une longueur variant de 0^m,057 à 0^m,216. Une seule fois, le 4 janvier, par une température de — 24°, la bombe creva³, se sépara en deux moitiés, et immédiatement deux lames de glace ayant une épaisseur maximum de 4 centimètres firent saillie, *semblables à deux nageoires* entre les deux fragments. Le bouchon lui-même avait cédé en partie, et malgré les bandes métalliques destinées à le retenir, il avait été chassé hors de la lumière et faisait saillie de 2 centimètres de plus qu'avant la rupture.

¹ Loc. cit., pag. 146.

² *Transactions of the royal Society of Edinburgh*, tom. II, pag. 23, 1790.

³ C'est la traduction du mot anglais *burst*, synonyme de l'allemand *bersten*, qui tous deux veulent dire crever. Plusieurs auteurs ont compris que la bombe s'était fendue sans que les fragments se soient séparés; dans ce cas le texte porterait le mot *splitt*. D'ailleurs, sous l'effort de la glace ou de la poudre, un projectile creux en fonte se brise mais ne se fend pas.

Charles Hutton¹ conclut judicieusement de ces expériences, qu'en s'opposant à l'expansion de l'eau passant à l'état de glace, la résistance des parois de la bombe doit maintenir une portion de l'eau à l'état liquide, quelle que soit l'intensité du froid extérieur. Comparant ensuite le volume approximatif du plus long cylindre de glace faisant saillie au dehors avec le volume de la sphère intérieure, le même savant en conclut que l'eau passant à l'état de glace se dilate de $1/17$ à $1/18$. Des expériences plus récentes et plus précises ont élevé ce nombre à $1/11$; en d'autres termes, on sait maintenant, grâce aux résultats bien concordants de MM. Brunner², Plücker et Geissler³ et de Dufour⁴, que la densité moyenne de la glace à zéro est de 0,918.

Les expériences du major Williams ont été répétées par Muncke⁵ à Michelstadt. Il fit éclater de vieilles bombes de 49 centimètres de diamètre extérieur et de 64 millimètres d'épaisseur de fonte, par un froid de -20° cent., et a vu des fragments de 75 kilogrammes projetés à la distance de dix pas. Il estime la force de rupture à 152 000 kilogrammes.

Ayant eu quelques projectiles creux à notre disposition, nous avons voulu refaire cette expérience, afin d'observer plus exactement qu'on ne l'a fait jusqu'ici les phénomènes qui l'accompagnent. Nous avons d'abord opéré sur deux grosses bombes de 0^m,32 de diamètre et de 39 millimètres d'épaisseur moyenne de fonte. Après avoir été remplie d'eau et fermée par un bouchon de bois légèrement conique enfoncé à coups de maillet et chargé d'une grosse pierre, la première fut exposée en plein air pendant la nuit du 5 janvier 1868. Le thermomètre descendit à $-11^{\circ},0$ cent. Le bouchon fut expulsé, la pierre renversée, et le lendemain un cylindre de glace faisait saillie par l'orifice : il fut enlevé, et la glace intérieure ayant un peu fondu pendant la journée, sous l'influence de rayons solaires, on ajouta de l'eau pour remplir de nouveau la bombe. Le bouchon fut remplacé et chargé. Dans la nuit, le

¹ *Remarks on the preceding extract. (Transactions of the royal Society of Edinburgh, tom. II, pag. 27.)*

² *Poggendorffs Annalen*, tom. LXIV, pag. 113, 1845.

³ *Poggendorffs Annalen*, tom. LXXXVI, pag. 328, 1852.

⁴ Recherches sur la densité de la glace, 1^{er} Mémoire. (*Archives des Sciences de la Bibliothèque univ.*, tom. VIII, pag. 89, 1860; et 2^e Mém., nouvelle période, tom. XIV, pag. 5, 1862.)

⁵ *Gehler's Physikalisches Woerterbuch*; art. *Eis*.

thermomètre descendit à $-6^{\circ},0$, et le bouchon fut de nouveau chassé par l'issue d'un cône de glace. Le soir du 4 janvier, on remit de l'eau, on boucha avec un nouveau cylindre de bois sec qu'on enfonça avec force, et on plaça dessus une grosse pierre de taille. La nuit, le thermomètre descendit à $-10^{\circ},5$. Le lendemain matin, un bruit sourd se fit entendre, et la bombe se sépara en deux hémisphères, suivant un grand cercle passant par l'orifice. La couche de glace grise, rayonnée, avait une épaisseur moyenne de 60 millimètres, ce qui donne 122 millimètres pour le diamètre de la sphère d'eau restée à l'état liquide. Calculant la force de rupture d'après les formules données par le général Morin ¹, on trouve qu'elle était égale à 1228 atmosphères, correspondant à 527000 kilogrammes de pression sur un grand cercle de la sphère.

Voulant renouveler l'expérience, nous profitâmes d'une chute de neige le 20 janvier 1870. L'orifice d'une bombe de même calibre fut taraudé; nous la remplîmes d'eau à une température voisine de $+4^{\circ}$ cent., et on vissa sur l'orifice une vis munie à sa partie supérieure d'un anneau et d'un disque en fer qui s'appliquait exactement sur la courbure de la bombe. Une rondelle de plomb placée entre deux complétait la fermeture. La vis fut fortement serrée, le plomb rabattu sur les bords du disque, et la bombe placée dans un mélange intime de deux parties en poids de neige et une partie de sel marin. La température du mélange était à -20° . Au bout de six heures, la bombe se rompit, mais non suivant un arc de grand cercle. Une calotte sphérique, située du côté opposé à l'orifice et ayant 0^m,19 de diamètre à la base, se sépara du reste de la sphère. La couche de glace mamelonnée, ayant 2 à 3 centimètres d'épaisseur, circonscrivait une cavité ellipsoïde et irrégulière.

D'après les formules du général Morin, la force de rupture devait être la même que dans la bombe précédente; mais la fonte présentait des points de moindre résistance qui ont déterminé la séparation d'une calotte au lieu de l'éclatement normal, suivant un grand cercle passant par l'orifice.

Pour faciliter l'expérience, nous choisîmes, le 27 janvier, une bombe de 22 centimètres de diamètre extérieur, 26 millimètres d'épaisseur de fonte,

¹ Leçons de mécanique pratique; Résistance des matériaux. pag. 28.

et par conséquent de 2 610 centimètres cubes de capacité intérieure. Remplie d'eau à 4° et bouchée comme la bonibe précédente, elle fut placée dans un mélange réfrigérant de neige et de sel dont la température se maintint à — 21°. Au bout d'une heure et demie, elle éclata à peu près suivant un grand cercle passant par l'orifice, et se sépara en deux fragments inégaux.

Nous reconnûmes que la couche de glace avait une épaisseur uniforme de 10 millimètres ; le diamètre intérieur de la sphère creuse de glace était donc de 150 millimètres, et le volume de la sphère d'eau liquide de 1 796 centimètres cubes ; le volume de la glace s'élevait à 814 centimètres cubes. D'après les formules du général Morin, la pression sur la surface d'un grand cercle qui a déterminé la rupture, était de 290 000 kilogrammes.

La régularité et l'épaisseur uniforme de la couche de glace qui tapisait l'intérieur de la bombe, nous permettent de calculer directement cette force, sans avoir recours à des données étrangères à l'expérience elle-même.

En effet, la capacité intérieure de la bombe entièrement remplie d'eau non comprimée, était de 2 610 centimètres cubes. Après la rupture, cette sphère se décomposait en une sphère de 1 796 centimètres cubes d'eau liquide, et une couche de glace ayant 814 centimètres cubes de volume. Mais en se congelant, l'eau s'est dilatée. Le volume des 814 centimètres cubes d'eau devenant glace, a augmenté de $\frac{1}{11}$ ou de 74 centimètres cubes. La masse intérieure a donc été soumise à une pression équivalente à cette augmentation de volume qui, dans un espace libre, aurait porté le volume total de l'eau et de la glace réunies, de 2 610 centimètres cubes, volume intérieur de la bombe, à 2 684. La sphère liquide de 1 796 centimètres cubes d'eau a donc subi une diminution de $\frac{74}{1796}$ ou $\frac{1}{24}$ environ de son volume. Or, l'eau se comprimant de 50 millièmes par atmosphère¹, on trouve que la pression qui a déterminé la rupture de notre bombe était de 912 atmosphères.

Dans ce calcul, nous avons supposé l'eau seule compressible. La glace, en effet, l'est probablement très-peu, et son coefficient de compressibilité n'est pas connu. Mais si nous supposons la glace compacte et privée d'air aussi compressible que l'eau, nous trouvons que la force qui a fait éclater la

¹ Grassi, Recherches sur la compressibilité des liquides. (*Ann. de chimie et de physique*, 3^e série, tom. XXXI, pag. 437, 1851.)

bombe se réduit à 550 atmosphères, ou 128 000 kilogrammes agissant sur un grand cercle de la sphère. Nous pouvons donc affirmer que la force de la rupture est comprise entre 550 atmosphères, en supposant la glace compressible comme l'eau, et 912, en la supposant incompressible. On verra, à la fin de ce mémoire, que l'hypothèse de la compressibilité de la glace est beaucoup plus probable que la supposition contraire.

Nous avons pensé qu'il serait curieux de répéter ces expériences sur des projectiles creux plus petits que des bombes. Un autre motif nous y engageait. Quoique dans la plupart de nos essais la couche de glace ait été d'une épaisseur assez uniforme, cependant il y avait toujours quelques incertitudes sur son épaisseur moyenne, et par conséquent quelques doutes sur son volume. En effet, au moment de la rupture du projectile, l'énorme pression à laquelle l'eau est soumise dans son intérieur cessant subitement, cette eau ne s'écoule pas assez vite ni assez complètement pour qu'une certaine quantité ne se congèle pas à la surface de la couche de glace qui tapisse l'intérieur de la bombe. De petits projectiles avaient en outre l'avantage de pouvoir être pesés dans les différentes phases de l'expérience, et, leur forme n'étant pas parfaitement régulière, la capacité intérieure pouvait se déduire très-exactement du poids de l'eau qu'ils contenaient.

La grenade n° 1 avait 0^m,260 de circonférence mesurés directement et 0^m,256 déduits de son poids et de son volume. Vide, elle pesait, avec le bouchon, 1^k,562 ; pleine d'eau à 4° centigr., 1^k,486, ce qui donne 124 centimètres cubes pour la capacité intérieure du projectile ; 61^{mm},87 pour son diamètre intérieur moyen ; 81^{mm},49 pour le diamètre extérieur moyen, et 9^{mm},81 d'épaisseur de fonte.

Placée dans le mélange réfrigérant, cette grenade éclata au bout d'une heure un quart, et se sépara, suivant un grand cercle passant par l'orifice, en deux fragments inégaux, dont le plus grand était complété par un fragment rompu suivant un arc de petit cercle, mais aboutissant également à l'orifice. Le tout fut immédiatement pesé après avoir été soigneusement égoutté, avec la couche de glace adhérente à la surface interne. Les trois fragments réunis pesaient avec le bouchon 1^k,594, ce qui donne 32 grammes pour le poids de la glace ; 2^{mm},9 pour son épaisseur moyenne, et 92 centi-

mètres cubes pour le volume de la sphère liquide intérieure. La force qui a déterminé la rupture est représentée par 440 atmosphères.

Une seconde grenade de même grosseur que la première avait une capacité de 125 centimètres cubes; elle se sépara en cinq fragments, dont quatre avaient emporté une portion de la circonférence de l'œil. Les pesées successives donnent 42^{rr},4 pour le poids de la glace formée avant la rupture; 46 centimètres cubes pour son volume, et par conséquent 3^{cc},7 pour l'accroissement en volume du contenu. Ce contenu était donc diminué par la pression de 1/35, ou plus exactement de $\frac{100}{5\ 481}$ de son volume, ce qui équivaut à une pression de 574 atmosphères. Pour la grenade précédente, nous avons trouvé 440 atmosphères. Ces différences tiennent évidemment à la ténacité de la fonte, à son manque d'homogénéité, et à des pailles qu'elle contient presque toujours.

Pour compléter et contrôler ces expériences, il nous restait à connaître la température de l'eau liquide au centre du projectile creux immédiatement avant l'explosion. On sait, en effet, que la pression abaisse le point de congélation de l'eau. Cet abaissement est de 0°,0075 centigrades par atmosphère, ou de 1° pour 133 atmosphères. Les recherches théoriques de S. Carnot¹, de Clausius² et de James Thomson³, et les vérifications expérimentales de William Thomson⁴, de Mousson⁵, de Tyndall⁶ et de Helmholtz⁷, ont permis de calculer rigoureusement ce coefficient. En déterminant la tempéra-

¹ Sur la puissance motrice du feu, 1824.

² *Ueber die bewegende Kraft der Waerme* (Poggendorffs Annalen, tom. LXXIX, pag. 386 et 500, 1850.)

³ *Theoretical considerations on the effect of pressure in lowering the freezing point of water.* (Transactions of the royal Society, tom. XVI, 1849.)

On recent theories and experiments on ice and its melting point. (Report of the british Association for 1859.)

Crystallisation and liquefaction as influenced by stresses tending to change of form in the crystals. (Proceedings of the royal Society, december 1861.)

⁴ *The effect of pressure in lowering the freezing point of water experimentally demonstrated.* (Proceedings of the royal Society of Edinburgh, 1850.)

⁵ Sur la fusion et la solidification de l'eau (Bibliothèque universelle, Archives, nouvelle période, tom. III, pag. 296, 1858.)

⁶ La chaleur considérée comme un mode de mouvement; traduct. de Moigno, pag. 104, 1864.

⁷ *Populäre wissenschaftliche Vorträge; Eis und Gletscher.* pag. 131, 1865.

ture de l'eau au moment de la rupture, nous avons un moyen de contrôler les résultats numériques obtenus par l'augmentation de volume dû à la solidification d'une portion du liquide intérieur. L'exécution offrait quelques difficultés : il s'agissait, en effet, de placer un thermomètre au centre de la sphère creuse, et de le soustraire à l'énorme pression du liquide comprimé. Nous y parvinmes en adoptant la disposition suivante :

Au lieu d'employer une simple vis bouchant la lumière, suivant le mode décrit précédemment, pag. 410, nous avons fait fabriquer une vis qui se prolongeait en un cylindre de même diamètre et d'une longueur égale au rayon intérieur de la bombe de 0^m,22. Ce cylindre, de 26 millimètres de diamètre, était en fer rubané, enroulé sur lui-même comme celui des canons de fusil, afin d'offrir une résistance suffisante. Un trou fut foré dans l'axe du cylindre pour recevoir un thermomètre dont la cuvette, baignant dans du mercure, était au centre de la masse liquide, tandis que la partie graduée dépassait l'écrou qui couronnait la vis. La température initiale de l'eau préalablement déterminée, la bombe était entourée d'un mélange réfrigérant de sel et de glace, et au moyen de deux lunettes deux observateurs lisaient à distance, de cinq minutes en cinq minutes, les indications du thermomètre.

La bombe avait été remplie, comme toujours, avec de l'eau à la température de + 4°. Mais au début de l'expérience, immédiatement avant que le projectile fût entouré par le mélange réfrigérant, la température de cette eau était à 10°,7. En 50 minutes, elle descendit à + 0°,1, et 20 minutes après, elle était à — 2°,2. Sous l'influence de la formation de la glace, elle remonta brusquement à — 0°,7 pour redescendre ensuite lentement à — 2°,8 en 1 heure 25 minutes. Alors elle éclata, après un séjour de 2 heures 55 minutes dans le mélange réfrigérant, dont la température s'était toujours maintenue au-dessous de — 19°. Le projectile se brisa en trois fragments, dont deux étaient séparés par un arc de grand cercle passant par l'orifice.

Calculons d'abord la pression par l'augmentation de volume du contenu. La capacité de la bombe diminuée de celle du cylindre était de 2481 centimètres cubes ; l'épaisseur moyenne de la couche de glace de 6 millimètres correspond à un volume de 551 centimètres cubes et à une augmentation de 55 centimètres cubes de glace, ce qui donne 1/46 pour l'augmentation de volume du contenu, et par conséquent une pression de 455 atmo-

sphères. —Voici maintenant les résultats auxquels nous sommes conduits par la connaissance de la température de l'eau non congelée à l'intérieur. La température de l'eau liquide était de $-2^{\circ},8$ au centre de la bombe, lorsque celle-ci a éclaté. Admettant, avec la plupart des physiciens, que le point de congélation est abaissé de $0^{\circ},0075$ par atmosphère, nous avons un moyen de contrôler les résultats déduits de l'augmentation de volume due à la congélation d'une portion de l'eau contenue. Ce calcul par la température nous conduit à admettre une pression intérieure de 373 atmosphères, nombre qui ne diffère du précédent que de 60 atmosphères, ou de 16 pour 100 : accord très-satisfaisant quand il s'agit d'expériences où certains éléments physiques du calcul ne peuvent être tous rigoureusement déterminés, et où d'autres doivent être complètement négligés.

Pour en donner un exemple, nous citerons l'augmentation de volume de la capacité intérieure de la bombe due à la pression intérieure. M. Delon, ingénieur des ponts et chaussées, a pu l'apprécier expérimentalement sur des conduites d'eau en fonte de 5 kilomètres de longueur, qu'il avait établies pour élever les eaux de l'Orbe jusqu'aux parties supérieures de la colline qui porte la ville de Béziers. Cette eau était comprimée à 12 atmosphères seulement ; mais en lui donnant une issue par un orifice, il a pu s'assurer que la quantité qui s'écoulait était due à deux effets qui s'ajoutaient l'un à l'autre, savoir : la compression de l'eau qui revenait à son volume ordinaire, et la rétraction des tubes en fonte dont la capacité intérieure avait été agrandie par la pression de la colonne d'eau qu'ils contenaient. Il déduit de ses observations que le rayon intérieur de nos bombes de $0^m,22$ augmente de $0,0000014$ de sa valeur par chaque atmosphère de pression intérieure, d'où il résulte que la capacité intérieure s'accroît de $0,0000042$ par atmosphère¹. D'après cela, il faut diminuer de $1/15$ le nombre d'atmosphères de pression que nous avons trouvé, soit par la congélation d'une portion du liquide, soit par sa température finale. En prenant la moyenne des deux résultats et en faisant cette correction, nous trouvons que la pression qui a fait éclater la bombe était égale à 376 atmosphères seulement.

¹ Voyez pour le calcul, Chaudel : Formules, tables et renseignements pratiques, pag. 227 et 239.

Le 19 mars 1870, nous répétâmes l'expérience sur une bombe de même calibre disposée comme la précédente. La température initiale du liquide contenu était de $8^{\circ},4$. Dès que la bombe fut entourée du mélange de sel et de glace, la température de ce liquide descendit en une demi-heure à zéro, puis elle s'abaisse lentement et régulièrement en 1 h. 55 m. jusqu'à $-4^{\circ},2$. Alors la bombe se sépara en trois fragments, et la vis fut projetée en l'air jusqu'au plafond du laboratoire. L'épaisseur de la couche de glace était d'un centimètre et son volume de 828 centimètres cubes; mais celui de l'eau qui l'a fournie n'étant que de 755 centimètres cubes, il y avait eu augmentation de volume de 75 centimètres cubes. C'est cette augmentation de volume qui avait déterminé la rupture. La pression intérieure correspondante est de 588 atmosphères ou 136 416 kilogrammes appliqués sur la surface d'un grand cercle de la sphère. — En calculant l'abaissement du point de congélation par la pression à raison de $0^{\circ},0075$ par atmosphère, nous trouvons pour la température de $-4^{\circ},2$ que le thermomètre marquait au moment de la rupture 559 atmosphères, résultat qui ne diffère de celui déduit du calcul par l'augmentation de volume du contenu que de 29 atmosphères seulement. Si nous retranchons de la moyenne des deux nombres $1/15$, pour tenir compte de l'augmentation de capacité de la sphère due à la pression intérieure du liquide, nous admettrons que cette bombe a éclaté sous la pression de 535 atmosphères ou 125 000 kilogram. sur la surface du grand cercle. La formule du général Morin donne 1 228 atmosphères et 290 000 kilogrammes.

CONCLUSIONS.

1° La rupture des projectiles creux en fonte par la congélation d'une portion de l'eau contenue, se fait sans projection des fragments; la portion de l'eau congelée varie de 20 à 30 p. 0/0 de la quantité totale;

2° Cette quantité de glace formée donne lieu à une pression qui réduit le volume total de $1/45$ à $1/55$;

5° Nos expériences fournissent le moyen de calculer directement le nombre d'atmosphères nécessaire pour déterminer la rupture des projectiles creux;

4° Ce nombre est en moyenne de 520 pour les trois bombes de 22 centi-

mètres et les deux grenades que nous avons étudiées plus spécialement; il paraît indépendant de la grosseur des projectiles, leur épaisseur par rapport à leur volume étant telle que leur résistance soit à peu près la même;

5° Les pressions déduites de la température de l'eau comprimée au moment de la rupture, en admettant un abaissement de 0°,0075 centig. par atmosphère, donnent des résultats concordants avec ceux déduits du coefficient de compressibilité de l'eau ;

6° Dans nos expériences, quel que fût le froid extérieur, la température de l'eau emprisonnée n'est pas descendue, au moment de la rupture, au-dessous de — 4°,2 centigrades ;

7° Les nombres obtenus montrent que la rupture des projectiles creux a lieu sous des pressions environ moitié moindres que celles déduites des formules du général Morin.

NOTE

Remarques sur un Théorème de M. CLAUSIUS

Par M. Édouard COMBESURE.



Le numéro du 20 juin 1870 des *Comptes rendus de l'Institut* renferme un remarquable théorème de M. Clausius, relatif à un système de points matériels dont les déplacements restent compris entre certaines limites. L'éminent auteur fait intervenir dans sa démonstration les équations du mouvement de chaque point matériel *considéré comme entièrement libre*. Cette supposition est toujours permise si pour le point quelconque $m(x, y, z)$ on regarde X, Y, Z comme les composantes de la force motrice provenant des actions et réactions de toute nature auxquelles est soumis le point en question. Mais si, conformément à ce qui se fait d'habitude, on désigne par X, Y, Z les composantes des forces provenant de l'action directe des autres points du système sur le point m et des forces motrices proprement *extérieures*, abstraction faite des liaisons, le théorème n'a plus lieu généralement quand il existe des équations de condition entre les coordonnées de tout ou partie des points du système. Il est un cas cependant où il subsiste intégralement. Ce cas a lieu lorsque les équations de condition sont homogènes par rapport à la totalité des coordonnées qui figurent respectivement dans chacune d'elles. Soient, en effet,

$$L = 0, \quad M = 0, \text{ etc.},$$

ces équations de condition, λ, μ, ν, \dots étant les multiplicateurs habituels, le mouvement est défini par les équations ordinaires

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = X + \lambda \frac{dL}{dx} + \mu \frac{dM}{dx} + \dots,$$

$$\begin{aligned}
 m \frac{d^2 y}{dt^2} &= Y + \lambda \frac{dL}{dy} + \mu \frac{dM}{dy} + \dots, \\
 m \frac{d^2 z}{dt^2} &= Z + \lambda \frac{dL}{dz} + \mu \frac{dM}{dz} + \dots, \\
 m' \frac{d^2 x'}{dt^2} &= X' + \lambda \frac{dL}{dx'} + \mu \frac{dM}{dx'} + \dots, \\
 &\dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

Or, en reprenant le mode de démonstration de M. Clausius, on a

$$\frac{1}{2} m \frac{d^2 x^2}{dt^2} = m \frac{dx^2}{dt^2} + mx \frac{d^2 x}{dt^2},$$

ou, en ayant égard aux équations précédentes,

$$\frac{1}{2} m \frac{d^2 x^2}{dt^2} = m \frac{dx^2}{dt^2} + xX + \lambda x \frac{dL}{dx} + \mu x \frac{dM}{dx} + \dots$$

En intégrant de 0 à t et divisant le résultat par t , on aura

$$\begin{aligned}
 &\frac{1}{2t} m \left[\frac{d. x^2}{dt} - \left(\frac{d. x^2}{dt} \right)_0 \right] \\
 &= \frac{1}{t} \int_0^t m \frac{dx^2}{dt^2} dt + \frac{1}{t} \int_0^t Xx dt + \frac{1}{t} \int_0^t \lambda x \frac{dL}{dx} dt + \dots
 \end{aligned}$$

Si l'on fait la somme de toutes les équations analogues et que l'on pose

$$x^2 + y^2 + z^2 = r^2, \text{ etc.,}$$

on obtiendra, au premier membre de l'équation résultante,

$$\frac{1}{2t} \Sigma m \left[\frac{d. r^2}{dt} - \left(\frac{d. r^2}{dt} \right)_0 \right],$$

le Σ se rapportant à tous les points du système. Or ce premier membre, soit parce que les variations de distances r à l'origine sont supposées toujours petites, soit parce que le mouvement du système est généralement périodique, soit enfin à cause du diviseur $2t$ qui, pour t suffisamment grand, finira par rendre très-petit ce premier membre, ce premier membre, disons-nous, peut, pour ces raisons, être complètement négligé. Quant au second membre de la même équation résultante, en désignant par $m\bar{v}^2$ la force vive moyenne du point m , relative à l'intervalle de temps t , en désignant de même par

$$\overline{Xx + Yy + Zz}$$

la valeur moyenne de la fonction

$$Xx + Yy + Zz ,$$

ce second membre se composera d'abord de

$$\Sigma m (\overline{Xx + Yy + Zz}) ,$$

plus ensuite des groupes de termes tels que le suivant

$$\frac{1}{t} \int_0^t \lambda dt \left(x \frac{dL}{dx} + y \frac{dL}{dy} + z \frac{dL}{dz} + x' \frac{dL}{dx'} + \dots \right) .$$

Or l'hypothèse que L, M, ... sont des fonctions homogènes de x, y, z, x', donne

$$x \frac{dL}{dx} + y \frac{dL}{dy} + \dots = pL = 0$$

.....

et l'on a simplement

$$\frac{1}{2} \Sigma m v^2 = -\frac{1}{2} \Sigma m (\overline{Xx + Yy + Zz}) ,$$

c'est-à-dire que le théorème de M. Clausius subsiste dans sa forme et dans sa démonstration, lorsque les équations de conditions sont homogènes relativement aux coordonnées qu'elles renferment.

C'est le point que je voulais spécialement établir.

Il est presque superflu de rappeler que, dans la démonstration de M. Clausius, c'est-à-dire quand on considère chaque point comme parfaitement libre, l'égalité entre la demi-force vive moyenne et la fonction $-\frac{1}{2} m (\overline{Xx + \dots})$ a lieu pour chaque coordonnée séparément, tandis qu'ici il faut faire la somme pour toutes les coordonnées qui figurent explicitement dans les équations de condition; et si ces équations se partageaient en plusieurs groupes respectivement homogènes par rapport à autant de groupes de coordonnées différentes, on aurait autant de relations analogues à la précédente qu'il existe de pareils groupes.

VÉRIFICATION

D'UNE

CERTAINNE ÉQUATION

QUI FIGURE A LA PAGE 17

Du 2^me Volume de la MÉCANIQUE CÉLESTE,

Par M. Édouard COMBESURE.



Il n'est probablement pas un lecteur de la *Mécanique céleste* qui, rencontrant la locution : « *il est facile de voir* », devenue pour ainsi dire proverbiale dans la matière, n'ait trouvé, à la suite de ce membre de phrase quelque difficulté plus ou moins grande, dont la solution lui est parfois échappée. Sans entrer dans la recherche des motifs qui ont pu conduire l'illustre auteur à supprimer certaines transformations, j'ai pris, entre plusieurs, un des passages auxquels j'ai fait allusion. Et ce qui m'a dirigé dans ce choix, ce n'est pas tant l'importance du sujet que le désir d'épargner des calculs rebutants à ceux qui pourraient dans la suite se trouver en présence de la même difficulté. Je ne doute pas que certains ne soient déjà, en leur particulier et par des voies diverses, parvenus aux mêmes fins ; mais comme la marche qu'ils ont suivie n'est signalée nulle part, je n'hésite pas à présenter à l'Académie les développements analytiques qui suivent, et auxquels, pour mon compte, je n'attribue pas plus d'importance qu'ils n'en méritent.

Il s'agit simplement de vérifier une équation aux différences partielles qui figure dans les premières pages du troisième livre de la *Mécanique céleste*. Dans ce livre, l'auteur expose, au premier chapitre, la théorie très-connue de l'attraction des ellipsoïdes ; et l'équation dont il est question est d'une grande importance pour le développement en série de la fonction potentielle dont la détermination donne, comme on sait, la solution complète du problème.

La vérification qui fait l'objet du présent écrit pouvant se faire de diverses manières, j'ai été guidé dans mon analyse par des considérations de symétrie qui m'ont porté dès l'abord à partager en deux le second membre de mon équation ; et ce partage m'a conduit, par la voie la plus simple, à mon avis, au but que je m'étais proposé d'atteindre.

1. Je vais transcrire certaines relations qui me seront indispensables, ainsi que l'équation aux différences partielles dont je me suis proposé de démontrer l'exactitude. Cette équation est la suivante :

$$\begin{aligned}
 (1) \quad 0 = & \left\{ \frac{a^2 + b^2 + c^2 - k^2}{2} \right\} \cdot k \cdot \left\{ \frac{dV}{dk} - \frac{dF}{dk} \right\} + k^2 (V - F) \\
 & + k^2 \left(\frac{m-1}{m} \right) \cdot b \cdot \left\{ \frac{dF}{db} - \frac{1}{2} \frac{dV}{db} - B \right\} \\
 & + k^2 \left(\frac{n-1}{n} \right) \cdot c \cdot \left\{ \frac{dF}{dc} - \frac{1}{2} \frac{dV}{dc} - C \right\} \\
 & - k^2 (m-1) \frac{dF}{dn} - k^2 (n-1) \frac{dF}{dm};
 \end{aligned}$$

et l'on a les relations

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned}
 A &= 2 \cdot \iint \frac{dp \cdot dq \sin p \cdot \cos p \cdot \sqrt{R}}{L}, \\
 B &= 2 \cdot \iint \frac{dp \cdot dq \sin^2 p \cdot \cos q \cdot \sqrt{R}}{L}, \\
 C &= 2 \cdot \iint \frac{dp \cdot dq \sin^2 p \cdot \sin q \cdot \sqrt{R}}{L}, \\
 V &= 2 \cdot \iint \frac{dp \cdot dq \sin p \cdot I \cdot \sqrt{R}}{L^2};
 \end{aligned} \right.$$

$$(3) \begin{cases} F = a.A + b.B + c.C, \\ I = a. \cos p + mb \sin p \cos q + nc \sin p \sin q, \\ L = \cos^2 p + m. \sin^2 p. \cos^2 q + n \sin^2 p \sin^2 q, \\ R = I^2 + [k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2] L. \end{cases}$$

Je représente par P l'ensemble des termes de l'équation (1) qui ne dépendent point de V, en sorte que l'on a

$$P = -\frac{a^2 + b^2 + c^2 - k^2}{2} \cdot k \cdot \frac{dF}{dk} - k^2 F + k^2 \frac{m-1}{m} \cdot b \cdot \left(\frac{dF}{db} - B \right) \\ + k^2 \frac{n-1}{n} \cdot c \cdot \left(\frac{dF}{dc} - C \right) - k^2 (m-1) \frac{dF}{dm} - k^2 (n-1) \frac{dF}{dn}.$$

La première des équations (3) donne

$$\frac{dF}{db} - B = a \frac{dA}{db} + b \frac{dB}{db} + c \frac{dC}{db}, \\ \frac{dF}{dc} - C = a \frac{dA}{dc} + b \frac{dB}{dc} + c \frac{dC}{dc};$$

ou bien, en remplaçant dans les seconds membres A, B, C par leurs valeurs fournies par les relations (2) et effectuant les différentiations sous le signe \int :

$$\frac{dF}{db} - B = \\ 2. \iint dp dq \sin p (a \cos q + b \sin p \cos q + c \sin p \sin q) \frac{d}{db} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L}; \\ \frac{dF}{dc} - C = \\ 2. \iint dp dq \sin p (a \cos q + b \sin p \cos q + c \sin p \sin q) \frac{d}{dc} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L}.$$

On aura de même

$$\frac{dF}{dm} = \\ 2. \iint dp dq \sin p (a \cos q + b \sin p \cos q + c \sin p \sin q) \frac{d}{dm} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L};$$

et des expressions analogues pour $\frac{dF}{dn}$ et $\frac{dF}{dk}$.

Par ces diverses valeurs et en faisant pour abrégé,

$$\lambda = a \cos q + b \sin p \cos q + c \sin p \sin q,$$

l'expression de P prendra la forme

$$P = 2k^2 \iint dp dq \sin p. \lambda. \left[\frac{-(a^2 + b^2 + c^2 - k^2)}{2k} \frac{d}{dk} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L} - \frac{\sqrt{R}}{L} \right. \\ \left. + \frac{m-1}{m} \cdot b \cdot \frac{d}{db} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L} + \frac{n-1}{n} \cdot c \cdot \frac{d}{dc} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L} - (m-1) \frac{d}{dm} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L} \right. \\ \left. - (n-1) \frac{d}{dn} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L} \right].$$

Si l'on observe que L est indépendant de k, a, b, c , en sorte que

$$\frac{d}{dk} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L} = \frac{1}{L} \frac{d}{dk} \cdot \sqrt{R} = \frac{1}{2L\sqrt{R}} \frac{dR}{dk},$$

et de même

$$\frac{d}{db} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L} = \frac{1}{2L\sqrt{R}} \cdot \frac{dR}{db}, \quad \frac{d}{dc} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L} = \frac{1}{2L\sqrt{R}} \cdot \frac{dR}{dc};$$

et si on fait attention que

$$\frac{d}{dm} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L} = \frac{1}{2L\sqrt{R}} \frac{dR}{dm} - \frac{\sqrt{R}}{L^2} \frac{dL}{dm} = \frac{1}{2L\sqrt{R}} \left(\frac{dR}{dm} - \frac{2R}{L} \frac{dL}{dm} \right),$$

$$\frac{d}{dn} \cdot \frac{\sqrt{R}}{L} = \frac{1}{2L\sqrt{R}} \left(\frac{dR}{dn} - \frac{2R}{L} \frac{dL}{dn} \right),$$

la valeur précédente de P pourra s'écrire ainsi :

$$P = 2k^2 \iint \frac{dp dq \sin p. \lambda.}{2L\sqrt{R}} \left[\frac{-(a^2 + b^2 + c^2 - k^2)}{2k} \cdot \frac{dR}{dk} - 2R \right. \\ \left. + \frac{m-1}{m} \cdot b \cdot \frac{dR}{db} + \frac{n-1}{n} \cdot c \cdot \frac{dR}{dc} - (m-1) \left(\frac{dR}{dm} - \frac{2R}{L} \frac{dL}{dm} \right) \right. \\ \left. - (n-1) \left(\frac{dR}{dn} - \frac{2R}{L} \frac{dL}{dn} \right) \right],$$

ou bien

$$P = 2k^2 \iint \frac{dp dq \sin p. \lambda.}{2L\sqrt{R}} \cdot P'$$

en représentant par P' la partie du second membre de l'équation précédente comprise entre crochets.

D'après les trois dernières équations (5) on a, à cause que I et L ne contiennent point k ,

$$\frac{dR}{dk} = 2k.L .$$

On a, par les mêmes équations :

$$\frac{dR}{db} = 2l \frac{dI}{db} - 2mb.L = 2lm \sin p \cos q - 2mb.L ,$$

$$\frac{dR}{dc} = 2ln \sin p \sin q - 2nc.L ,$$

$$\frac{dR}{dm} = 2l \frac{dI}{dm} - b^2.L + (k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2) \frac{dL}{dm} .$$

$$= 2lb \sin p \cos q - b^2.L + (k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2) \sin^2 p \cos^2 q ,$$

et de même

$$\frac{dR}{dn} = 2lc \sin p \sin q - c^2.L + (k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2) \sin^2 p \sin^2 q .$$

Au moyen de ces diverses valeurs, l'expression de P' deviendra

$$\begin{aligned} P' = & - (a^2 + b^2 + c^2 - k^2) L - 2R + 2(m-1) b (I \sin p \cos q - bL) \\ & + 2(n-1) c (I \sin p \sin q - cL) \\ & - (m-1) \left[2lb \sin p \cos q - b^2.L + (k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2) \sin^2 p \cos^2 q \right. \\ & \quad \left. - \frac{2R}{L} \sin^2 p \cos^2 q \right] \\ & - (n-1) \left[2lc \sin p \sin q - c^2.L + (k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2) \sin^2 p \sin^2 q \right. \\ & \quad \left. - \frac{2R}{L} \sin^2 p \sin^2 q \right] . \end{aligned}$$

Le troisième et le cinquième terme ont une partie commune avec un signe contraire, et se réduisent à l'expression $-(m-1) b^2 L$: une chose analogue a lieu pour deux autres termes qu'il est facile de distinguer. La valeur de P' devient par là

$$\begin{aligned} P' = & - (a^2 + b^2 + c^2 - k^2) L - 2R - (m-1) \left[b^2 L \right. \\ & \quad \left. + (k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2) \sin^2 p \cos^2 q - \frac{2R}{L} \sin^2 p \cos^2 q \right] \\ & - (n-1) \left[c^2 L + (k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2) \sin^2 p \sin^2 q \right. \\ & \quad \left. - \frac{2R}{L} \sin^2 p \sin^2 q \right] . \end{aligned}$$

Cette équation peut encore être écrite de la manière suivante :

$$P' = (k^2 - a^2 - b^2 - c^2) L - (\overline{m-1} b^2 + \overline{n-1} c^2) L - 2R \\ + \frac{2R}{L} \left[(m-1) \sin^2 p \cos^2 q + (n-1) \sin^2 p \sin^2 q \right] \\ - (k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2) [(m-1) \sin^2 p \cos^2 q + (n-1) \sin^2 p \sin^2 q],$$

ou, en réduisant

$$P' = (k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2) [L - (m-1) \sin^2 p \cos^2 q - (n-1) \sin^2 p \sin^2 q] \\ + \frac{2R}{L} \left[(m-1) \sin^2 p \cos^2 q + (n-1) \sin^2 p \sin^2 q - L \right],$$

ou bien encore

$$P' = \left(k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2 - \frac{2R}{L} \right) \left(L - \overline{m-1} \sin^2 p \cos^2 q \right. \\ \left. - \overline{n-1} \sin^2 p \sin^2 q \right);$$

mais la troisième des équations (3) donne

$$L - (m-1) \sin^2 p \cos^2 q - (n-1) \sin^2 p \sin^2 q = \cos^2 p + \sin^2 p \cos^2 q \\ + \sin^2 p \sin^2 q = \cos^2 p + \sin^2 p (\cos^2 q + \sin^2 q) = \cos^2 p \\ + \sin^2 p = 1;$$

partant

$$P' = k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2 - \frac{2R}{L}.$$

La dernière équation (3) donne à son tour,

$$k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2 = \frac{R - I^2}{L};$$

par conséquent

$$P' = - \frac{I^2 + R}{L}.$$

La valeur de P que nous avons trouvée précédemment deviendra donc en définitive

$$P = - 2k^2 \iint \frac{dp \cdot dq \cdot \sin p \cdot \lambda}{2L \sqrt{R}} \cdot \frac{I^2 + R}{L},$$

telle est l'expression finale de P que je vais adopter.

2. Je passe actuellement à la considération des termes de l'équation (1) qui dépendent de V ; et je représente leur ensemble par Q , en sorte que l'on a

$$Q = \frac{a^2 + b^2 + c^2 - k^2}{2} \cdot k \cdot \frac{dV}{dk} + k^2 V - \frac{m-1}{2m} \cdot b \cdot \frac{dV}{db} - \frac{n-1}{2n} \cdot c \cdot \frac{dV}{dc}$$

En substituant pour V sa valeur fournie par la quatrième des équations (2) et effectuant les différentiations sous le signe \int , on aura :

$$Q = 2 \cdot k^2 \int \int dp dq \sin p \left[\frac{a^2 + b^2 + c^2 - k^2}{2k} \cdot \frac{d}{dk} \cdot \frac{I\sqrt{R}}{L^2} + \frac{I\sqrt{R}}{L^2} - \frac{m-1}{2m} \cdot b \cdot \frac{d}{db} \cdot \frac{I\sqrt{R}}{L^2} - \frac{n-1}{2n} \cdot c \cdot \frac{d}{dc} \cdot \frac{I\sqrt{R}}{L^2} \right];$$

mais, à cause que L est indépendant de k, b, c , on a

$$\frac{d}{dk} \cdot \frac{I\sqrt{R}}{L^2} = \frac{I}{L^2} \frac{dR}{2\sqrt{R}};$$

et, comme d'après la quatrième des équations (3),

$$\frac{dR}{dk} = 2kL, \quad \text{il en résulte}$$

$$\frac{d}{dk} \cdot \frac{I\sqrt{R}}{L^2} = \frac{1}{2L\sqrt{R}} \cdot 2kI;$$

$$\frac{d}{db} \cdot \frac{I\sqrt{R}}{L^2} = \frac{1}{L^2} \left(I \frac{dR}{2\sqrt{R} db} + \sqrt{R} \frac{dI}{db} \right),$$

et comme par les équations (5)

$$\frac{dR}{db} = 2I \frac{dI}{db} - 2m \cdot b \cdot L, \quad \frac{dI}{db} = m \sin p \cos q,$$

et par suite

$$\frac{dR}{db} = 2I m \sin p \cos q - 2mbL;$$

il en résulte

$$\frac{d}{db} \cdot \frac{I\sqrt{R}}{L^2} = \frac{1}{L} \left(\frac{2I^2 m \sin p \cos q - 2mbIL + 2R m \sin p \cos q}{2L\sqrt{R}} \right).$$

Par un calcul tout à fait semblable on trouvera l'expression de $\frac{d}{dc} \cdot \frac{I\sqrt{R}}{L^2}$ qui se déduit évidemment de la précédente en changeant b en c , m en n , $\cos q$ en $\sin q$: on obtient ainsi

$$\frac{d}{dc} \cdot \frac{I\sqrt{R}}{L^2} = \frac{1}{L} \left(\frac{2I^2 n \sin p \sin q - 2nc IL + 2R n \sin p \sin q}{2L\sqrt{R}} \right).$$

En substituant ces différences partielles dans la valeur de Q qui figure au haut de la page précédente, et faisant acquérir à tous ses termes le diviseur $2L\sqrt{R}$, on lui donnera la forme suivante

$$\begin{aligned} Q = & 2k^2 \iint \frac{dp dq \sin p}{2L\sqrt{R}} \left[(a^2 + b^2 + c^2 - k^2) I \right. \\ & - \frac{(m-1)b}{L} \left(I^2 \sin p \cos q - b IL + R \sin p \cos q \right) \\ & \left. - \frac{(n-1)c}{L} \left(I^2 \sin p \sin q - c IL + R \sin p \sin q \right) + \frac{2IR}{L} \right]. \end{aligned}$$

Je représente par Q' le polynome compris dans les accolades ; en effectuant quelques multiplications faciles à apercevoir, l'expression de Q' pourra se mettre sous la forme

$$\begin{aligned} Q' = & (a^2 + b^2 + c^2 - k^2) I + (m-1) b^2 I + (n-1) c^2 I \\ & - \frac{1}{L} \left[I^2 \left((m-1) b \sin p \cos q + (n-1) c \sin p \sin q \right) \right] \\ & - \frac{R}{L} \left[(m-1) b \sin p \cos q + (n-1) c \sin p \sin q - 2I \right] \end{aligned}$$

ou, en réduisant

$$\begin{aligned} Q' = & (a^2 + mb^2 + nc^2 - k^2) I \\ & - \frac{I^2}{L} \left[(m-1) b \sin p \cos q + (n-1) c \sin p \sin q \right] \\ & - \frac{R}{L} \left[(m-1) b \sin p \cos q + (n-1) c \sin p \sin q - 2I \right] \end{aligned}$$

Si de la seconde des équations (5) on retranche la valeur de λ que je rappelle ici

$$\lambda = a \cos p + b \sin p \cos q + c \sin p \sin q,$$

on aura

$$(m-1) b \sin p \cos q + (n-1) c \sin p \sin q = I - \lambda;$$

par conséquent

$$Q' = (a^2 + mb^2 + nc^2 - k^2) I - \frac{1}{L} [I^2 (1 - \lambda) - R (1 + \lambda)].$$

La quatrième des équations (3) donne

$$k^2 - a^2 - mb^2 - nc^2 = \frac{R - I^2}{L},$$

et cette valeur, substituée dans l'expression de Q' , la transforme dans la suivante

$$Q' = \frac{I(I^2 - R)}{L} - \left[\frac{I(I^2 - R)}{L} - \frac{\lambda(I^2 + R)}{L} \right]$$

ou

$$Q' = \frac{\lambda(I^2 + R)}{L}.$$

D'après la signification de Q' , la valeur Q devient donc

$$Q = 2k^2 \int \frac{dp dq \sin p. \lambda}{2L \sqrt{R}} \cdot \frac{I^2 + R}{L};$$

et cette équation ajoutée à celle qui représente P donne l'identité

$$P + Q = 0,$$

ce qui est précisément le résultat qu'il s'agissait d'établir.

N. B. La présente Note avait été communiquée à cette Académie vers 1850, je crois. Ayant eu l'occasion de voir à New-York, en 1853, les annotations faites par Bowditch à la *Mécanique céleste* (notes qui ne portent pas toujours sur les passages vraiment obscurs), et ne me souvenant pas d'y avoir trouvé des éclaircissements sur le sujet actuel, j'ai pensé que le présent travail, malgré sa date déjà ancienne, pourrait avoir quelque utilité. Il est imprimé d'après la rédaction primitive, que je n'ai pas cru devoir modifier.

DESCRIPTION

D'UN

CAREX nouveau, CAREX ŒDIPOSTYLA,

Par M. J. DUVAL-JOUVE.

Au printemps de 1833, en récoltant des *Carex Linkii* sous les Cistes des îles de Lérins (Var), je rencontrai par hasard un petit *Carex* que je ne pus rapporter à aucune espèce française, et, quelques amis consultés m'ayant dit que ce brin était insuffisant pour la détermination, je le laissai dans mon herbier, au rang des indéterminés. Or, le 7 mai courant, en préparant des *Carex Halleriana* et des *Carex Linkii* récoltés sous des Cistes près de Montpellier, je retrouvai un pied de la même plante, encore ramassé par hasard, mais cette fois assez complet pour me donner la certitude que j'avais affaire à une plante normale et bien caractérisée. Le lendemain, je retournai au même lieu, et, en cherchant sous les Cistes et les Bruyères, je pus recueillir de ma plante autant que j'en voulus. Le 13 mai, je la cherchai sous les Cistes de la Crau d'Arles et la retrouvai près du Mas des Chanoines, où elle est peu abondante. Je mentionne ces circonstances parce que je crois que, si cette plante n'a pas été signalée plus tôt, cela tient à ce qu'elle croît sous les Cistes, où, à cause de sa petite taille, il est presque impossible de la voir, si on ne la recherche pas expressément.

Voici quelques détails descriptifs sur cette plante nouvelle et très-curieuse (Pl. XXI, fig. 1-5).

Souche cespitense, à rhizomes peu épais, courts, rameux, tortueux, émettant des bourgeons courts, subitement redressés et rapprochés. Feuilles

d'un vert très-clair et tirant sur le jaune, longues de 1 à 3 décimètres et dépassant les épis, assez fermes, larges de 2 millimètres, longuement atténuées en pointe, un peu étalées et arquées en dehors; face supérieure un peu pliée et canaliculée, très-rude ainsi que les bords; face inférieure carénée et marquée de nervures saillantes, lisse ou à peine un peu rude. Gainés coupées carrément à leur bord antérieur, avec ligule d'un brun pâle, très-courte, presque en ligne droite, seulement un peu échancrée au milieu (Pl. XXI, fig. 5). Feuilles inférieures courtes, squamiformes, d'un châtain très-clair et un peu luisantes, très-obtuses et sans mucron.

Tiges très-courtes ou presque nulles (5-15 millimètres), n'ayant des feuilles qu'à la base et portant, à l'aisselle des deux ou trois plus intérieures, des pédoncules spicifères, plus courts que les feuilles, longs de 5-15 centimètres, qui tous, même le terminal, paraissent ainsi gynobasiques. Ces pédoncules sont trigones, et ont à la base un *ocrea*¹ très-étroit et très-long, d'un brun pâle, coupé très-obliquement à l'orifice; ils sont très-fins, épaissis seulement sous l'épi, où ils sont un peu rudes, du reste absolument filiformes et si débiles que l'épi mûr les fait courber jusqu'à terre. Le terminal ne diffère des autres qu'en ce qu'il est plus long et plat, ou même un peu excavé du côté où naît le pédoncule secondaire le plus élevé, et en ce qu'il semble dépourvu d'*ocrea*, le sien s'étant développé en feuille bractéale basilaire très-étroite.

Épis parfaitement simples, tous dépourvus à la base de feuille florale², longs de 1 centimètre au plus, ayant au sommet trois ou quatre fleurs mâles, et immédiatement au-dessous une à trois (rarement quatre) fleurs femelles (Pl. XXI, fig. 2). Assez souvent les épis inférieurs n'ont qu'une fleur mâle ou même n'en ont pas du tout. Fleurs mâles très-espacées sur le rhachis, à écailles tout à fait embrassantes, longues, lancéolées, obtuses, vertes et faiblement nerviées sur le dos, membraneuses et transparentes sur les bords, l'inférieure ou les deux inférieures ayant la nervure médiane prolongée en

¹ Voir *Bull. Soc. bot. de France*, tom. XI, pag. 269 et suiv.

² On croit assez ordinairement que l'épi mâle terminal des *Carex* est dépourvu de bractée ou feuille florale; mais ce fait, bien que très-fréquent, n'est pas général, et sur plusieurs espèces (*C. Halleriana* Asso et *C. hispida* Willd., par exemple), on trouve fréquemment une feuille florale à la base de l'épi mâle terminal.

longue pointe au-dessous du sommet obtus largement détaché en forme de ligule. Fleurs femelles espacées sur un rhachis dont les entrenœuds sont fortement déjetés en zig-zag, plats, excavés et bordés vis-à-vis de chaque utricule d'une membrane large qui les rend ailés, se détache même à leur partie supérieure et simule ainsi une écaille opposée à l'écaille ordinaire (Pl. XXI, fig. 3, c). Je reviendrai sur cette conformation, qui rappelle celle du rhachis des épillets de certains *Cyperus*. Écailles femelles entièrement embrassantes, ovales, très-obtuses, à bords largement membraneux-hyalins, à dos vert parcouru par 5-7 nervures fortes, dont la médiane et ses deux voisines se détachent au-dessous et en dehors du sommet membraneux qui forme une ligule obtuse, et se prolongent en une pointe foliacée, très-rude, trigone, canaliculée à la face interne. A la fleur inférieure, cette pointe, toujours au moins aussi longue que l'épi, atteint quelquefois jusqu'à 60 millimètres; aux fleurs plus élevées, elle se réduit à 2 ou 3 millimètres.

Utricules mûrs obliquement dressés, verts, très-glabres, ovoïdes-triquètres, atténués à la base en un pédicelle oblique, court et charnu, non atténués en bec, mais obtus et à peine émarginés, munis de 15 nervures d'un pourpre foncé, toutes très-saillantes sur les deux tiers inférieurs, deux plus fortes et plus vertes atteignant le sommet (Pl. XXI, fig. 3).

Achane¹ vert-jaunâtre, régulièrement ovoïde-triquètre; à angles émoussés, presque relevés en côtes sous le sommet très-obtus et couronné par la base du style persistante et renflée, au-dessus d'un étranglement, en cône évasé dont la largeur égale le tiers de celle de l'achane (Pl. XXI, fig. 4).

C'est ce dernier caractère qui m'a porté à imposer à ce *Carex* le nom de *C. OEDIPOSTYLA* (οιδίπους *pied enflé*, et στύλος *style*). J'ai voulu, par le choix de ce nom trop long peut-être, appeler l'attention sur ce caractère que je n'ai vu aussi prononcé sur aucun de nos *Carex* indigènes, ni sur aucun de ceux que Host, Schkuhr, Sturm et M. Andersson ont figurés et dont ils ont représenté les fruits avec tant de soin. Kunth dit de deux espèces brésiliennes, *C. mæsta* Kunth et *C. phalaroides* Kunth: «Stylus basi bulboso-incrasatus» *Enum. pl.* II, p. 422). Cet auteur ne figure point ces espèces; mais

¹ Voir sur ce mot la 1^{re} Remarque placée à la fin, avant l'explication des Planches, pag. 443.

comme il se sert de la même expression pour décrire le style des genres *Fimbristylis* et *Eleocharis*, auquel ressemble exactement celui de notre *Carex*, il y a lieu de croire que les deux *Carex* précités de Kunth présentent exactement ce même caractère. Quelques *Carex* français présentent bien un style légèrement renflé à la base; ainsi celui du *C. polyrrhiza* Wallr. a sa base un peu épaissie et claviforme (fig. 8); mais par la dessiccation cette épaisseur, de nature spongieuse, se contracte au-dessus du point d'union du style et de l'ovaire, et simule ainsi un renflement brusque et discoïde. Il en est à peu près de même sur le style du *C. præcox* Jacq.; sa base spongieuse et un peu élargie en pyramide, se dessèche, se contracte et en s'affaissant laisse un rebord saillant, qui simule une petite coupe évasée du milieu de laquelle s'élèverait le style (fig. 7). Mais à l'état frais ou humecté de nouveau, le style ne présente qu'une base un peu épaissie tout unie¹. Le style du *C. Halleriana* Asso a sa base un peu renflée au moment de l'anthèse; ensuite elle diminue et persiste sous la forme d'une petite colonne cylindrique (fig. 6). Mais sur aucune de ces trois espèces le style ne présente une base aussi largement développée et aussi isolée à son pourtour que notre plante; base endurcie qui persiste après dessiccation, comme celle des *Eleocharis*, sans changer notablement de forme.

On pourra remarquer que Kunth se borne à dire des genres *Eleocharis*, *Fimbristylis*, etc. : «Stylus basi bulboso-incrassatus», tandis que R. Brown, le créateur du genre *Eleocharis*, avait dit : «Stylus basi dilatata indurata cum ovario articulata» (*Prodr. fl. Nov. Holl.*, pag. 33, ed^e Isidis), expression souvent reproduite depuis, quoique entièrement inexacte. Pour R. Brown, *articulatus* signifie *persistant*, ainsi qu'il prend le soin de l'expliquer dans la diagnose du genre *Scirpus* et en ces termes : «SCIRPUS... Stylus cum ovario inarticulatus, basi simplici deciduus» o. c., pag. 34. Or, *articulé* veut pré-

¹ Ces formes ont été signalées par un de nos plus habiles descripteurs dans les termes suivants : «*C. polyrrhiza*. Akène... troncature du sommet surmontée d'un disque blanc et plat, non cupuliforme, mucroné au centre par la base du style et qui débordé les sommets des angles. — *C. præcox*. Troncature du sommet surmontée d'un disque blanc, cupuliforme, à rebord saillant, formé par la réunion et l'épaississement des angles.» (Des Moulins. *Cat. Dord.*, suppl. fin., pag. 336). Tout cela est très-exact, mais seulement sur les styles flétris et contractés par la dessiccation.

cisément dire le contraire : « *Articulé*, ayant les nœuds cassants. *Feuilles articulées*, qui se détachent nettement ; feuilles *continues*, qui ne se détachent qu'en laissant adhérente à l'axe la portion inférieure de leur pétiole » (Duchartre, *Él. bot.*, pag. 174 et 344). Par cela seul que la base du style est persistante au-dessus de l'ovaire, elle n'est point articulée avec lui. Il en est ainsi pour notre *Carex* : la base du style est persistante ; c'est pourquoi nous ne l'avons point dite articulée, bien que, immédiatement contre l'achane, elle soit rétrécie et étranglée avant de s'élargir brusquement ; un étranglement peut simuler une articulation, mais il n'est point une articulation.

Maintenant, dans quel groupe de nos espèces françaises rentre l'espèce nouvelle, ou de quelles espèces se rapproche-t-elle ? Par ses épis absolument simples, mâles au sommet, femelles à la base, elle semblerait devoir se placer dans le second groupe de M. Godron : « épi solitaire simple et terminal—3 stigmatés », où se trouve le *C. rupestris* All. Mais ce rapport n'est qu'apparent, et tout rapprochement de ce groupe serait une grave erreur. En effet, le *C. rupestris* ne porte absolument qu'un épi sur chaque tige, et il n'en est pas de même du *C. ædipostyla*. Si courte que soit la tige de ce dernier, elle existe réellement et supporte plusieurs épis ; seulement, tandis que la tige du *C. panicea*, par exemple, ou du *C. distans*, s'est allongée et porte loin du sol trois ou quatre épis non terminaux à l'aisselle de feuilles caulinaires plus ou moins réduites à l'état de bractées, l'axe de notre plante est resté très-court, ramassé sur lui-même, mais portant toujours ses épis secondaires à l'aisselle de feuilles radicales complètement développées. Il n'y a donc aucune raison pour l'enlever à la grande section des *Eucarices*, Godr., *legitimæ*, Koch ¹.

¹ Je rappellerai une fois de plus que ces dénominations de Koch et de M. Godron font supposer que le nom de *Carex* a été primitivement imposé aux espèces de cette section, et que les autres espèces n'y ont été adjointes qu'ultérieurement. Or, c'est précisément le contraire qui a eu lieu. L'ancien nom *Carex*, par lequel les Latins désignaient les broussailles arides qu'on appelle encore *Carigues* ou *Garigues* en Languedoc et en Provence, avait été repris par Ruppilius (*Fl. Jen.*, pag. 305), Dillenius (*Cat. pl. Giss.*, app., pag. 165) et Micheli (*Nov. pl. gen.*, pag. 66) pour désigner ce que Ant. de Jussieu et plus tard Monti avaient appelé *Scirpoides*, c'est-à-dire des espèces qui « flores masculos et femineos in eadem spica gerunt ». Les termes précités rompent donc tout à fait avec la tradition. La faute en est réellement à Palisot de Beauvois, ce créateur de mauvais genres, qui avait fait mal à propos le genre *Vignea* des espèces à deux

Qu'il me soit permis, à cette occasion, de faire remarquer que les divers auteurs qui ont adopté cette section, malgré la différence de dénomination, la fondent tous sur le caractère suivant : « Épis *unisexuels* ; un ou plusieurs épis mâles au sommet de la tige ; un ou plusieurs épis femelles axillaires. » Or, c'est s'appuyer sur un caractère trop peu constant, attendu qu'il n'est peut-être pas un seul *Carex* de cette section qui ne présente quelquefois, et souvent même, des fleurs femelles à la base de son épi terminal et des fleurs mâles au sommet de ses épis femelles axillaires¹. Je rappellerai pour la seconde fois (voir *Bull. Soc. bot. de France*, tom. XI, pag. 324) qu'il est un caractère invariable qui sépare les *Carex* en ces deux grandes sections, beaucoup mieux que la distribution des fleurs sur leurs épis : c'est la présence d'un ocrea à la base du pédoncule ; la section des *Eucarices* en est pourvue, et les autres n'en ont pas. Or, d'après ce principe de division, notre *Carex* rentre encore dans la section des *Ocreatæ*, ou, si l'on préfère, des *Eucarices*. Il y rentre avec le *C. Linkii* Schk., que Kunth y avait placé (*Enum. pl.* II, p. 478, n° 292), et qui n'aurait jamais dû en être distrait. En effet, les épis caulinaires de cette dernière plante, bien développés et exsertes, ou abortifs et renfermés dans la gaine de la feuille florale, ont toujours leur pédicelle muni d'un ocrea très-remarquable, en ce qu'il est très-court et fendu en avant, tandis qu'il est très-long en arrière, je veux dire entre la tige et le pédicelle.

Mais, en admettant que notre *Carex* rentre dans cette section, il m'est difficile de trouver un groupe indigène où il se place. D'une part, il a bien quelques rapports avec le *C. Linkii*, puisque ce dernier a, comme lui, un épi terminal mâle au sommet et portant à sa base, sur un axe plus ou moins sinueux, trois ou quatre fleurs femelles espacées, dont la plus inférieure offre aussi une glume développée en long acum., atteignant même 25 et 30^{mm}, et qu'enfin sa tige supporte à une assez grande

stigmates et à achanes comprimés, et restreint le genre *Carex* aux espèces à trois stigmates et à achanes triquètres.

¹ M. O.-F. Lang dit de cette section : « Spica terminalis est typice mascula, quanquam species nonnullæ spica gynæandra vel androgyna prævalent... Spicæ laterales mere fœmineæ, rarius apice sunt masculis floribus androgynæ. » (*Lang, Car. germ. et scand.*, in Linn., tom. XXIV, 1851; pag. 546.)

distance un ou deux épis également androgynes ; d'autre part, ses épis basilaires lui donnent bien aussi quelque ressemblance avec de petits pieds de *C. Halleriana* ; mais sa tige presque nulle, son rhachis membraneux, ses écailles foliacées, son stylopode, tout enfin diffère et le tient à une grande distance ¹.

Si on cherche, dans les figures de Schkuhr, celle à laquelle on pourrait comparer notre *Carex*, on trouve que son port et son ensemble le rapprochent singulièrement du *Carex ambigua* Link, in *Journ. f. d. Bot.*, I, 1799, pag. 508, plante de Portugal, représentée tab. Bbb, fig. 117 ².

Mais les détails analytiques minutieusement figurés par Schkuhr et mentionnés dans les descriptions de Link, Wahlenberg (sub : *C. valesiaca*), Willdenow, Sprengel et Steudel s'opposent complètement à l'identification. En effet, Schkuhr figure les écailles des fleurs femelles très-obtuses et plus courtes que les utricules, tandis que sur le *C. adipostyla* elles sont plus longues et prolongées en pointe foliacée ; l'utricule est aussi figuré comme surmonté d'un bec assez prononcé et l'achane est lancéolé et aigu, sans trace de stylopode, ce qui ne peut convenir à notre plante. Pour faciliter la comparaison, j'ai reproduit fig. 9, 10 et 11, les figures analytiques de Schkuhr. Les différences que présentent ces figures sont confirmées par les descriptions : « Squamæ laxæ obtusiusculæ..... Perigynia (capsulæ vulgo) subtri-
« quetra lævia acumine brevi simplici » (Link, o. et l. c.) ; « Capsulis late obovatis rotundatis apiculatis..... foliis subangustissimis » (Wahlenberg, *Act. Holm.*, 1803, pag. 155 ; sub : *C. valesiaca*) ; « Spica mascula » *solitaria*, fructibus obovato-triquetris brevissime mucronatis » (Willd., *Sp. pl.*, IV, pag. 249) ; « Fructibus obovatis apiculatis squama obtusa ma-

¹ Parmi nos espèces françaises, les *Carex Halleriana*, *basilaris* ont normalement des épis basilaires, dépourvus de feuille florale ; le *C. præcox* en a fréquemment ; le *C. glauca* assez souvent ; et j'en ai récolté, mais rarement, sur les *C. vulpina*, *muricata*, *divulsa*, *echinata*, *Linkii*, *vulgaris*, *acuta*, *maxima*, *panicea*, *nitida*, *Buxbaumii*, *hispida*, *polyrrhiza*, *tomentosa*, *pilulifera*, *montana*, *sempervirens*, *flava*, *Oederi*, *Hornschuchiana*, *distans*, *extensa*, *pseudo-cyperus*, *paludosa*, *riparia*.

² C'est tout à fait à tort que M. L. Reichebach rapporte cette plante de Link au *C. Linkii* (*Fl. germ. excurs.*, pag. 62, n° 425) ; la figure de Schkuhr permet d'autant moins cette réunion que le *C. Linkii* est figuré à côté sur la même planche.

» *loribus* » (Spreng. *Syst. veg.*, III, pag. 807, n° 12). Steudel va même jusqu'à dire : « Spicis masculis *in pedunculo proprio solitariis* » (*Syn. glum.*, II, pag. 204). Rien de tout cela ne convient à notre plante. Enfin Kunth, qui en a fait une description propre « secundum frustulum herbarii Willdenowii », dit aussi du *C. ambigua* : « Utriculi squamam *superantes* » (*Enum. pl.*, II, pag. 479, n° 294), ce qui ne peut s'accorder avec notre *Carex*. Mais, d'autre part, ce consciencieux descripteur dit au même lieu : « Spicæ androgynæ ; » flores masculi circiter 6, superiores ; feminei 2, inferiores. Squamæ masculæ » oblongæ, carinatae, obtusæ, dorso virides, lateribus fuscæ, glabræ ; » femineæ ovato-oblongæ, virides, marginibus hyalino-albidæ, glabræ, inferior aristata ; superior mucronata », ce qui convient à notre *Carex*, et pourrait faire soupçonner que les descriptions précitées ont été faites légèrement ou sur des échantillons trop incomplets. Je crois devoir encore mentionner une circonstance qui m'a beaucoup frappé. J'ai dit en commençant que, par deux fois, j'avais recueilli cette plante fortuitement et en récoltant des *C. Linkii* et *Halleriana* ; or, Schkuhr et Willdenow avaient précisément reçu leurs *Carex ambigua* et *Linkii* en même temps, et tous les deux du Portugal ; ils sont figurés sur la même planche de Schkuhr, *C. ambigua*, fig. 117, et *C. Linkii*, fig. 118, et tous les deux portent une indication de provenance identique « in graminosis alpinis Lusitanicæ » (Schk., *Car. suppl.*, pag. 180 et 185 de la 2^e édit.). Et, comme Kunth qualifie de « frustulum » l'échantillon du *C. ambigua* conservé dans l'herbier de Willdenow, il n'est pas invraisemblable de croire que le collecteur portugais avait, comme moi, ramassé sans s'en douter le *C. ambigua* mêlé à du *C. Linkii*, dont la taille attire davantage le regard. Mais il est une coïncidence plus singulière encore : Link, Willdenow et Schkuhr font suivre la description du *C. ambigua* de celle du *C. depressa* Link¹, que Schkuhr figure sur sa planche *Ccc* fig. 120, et, avec Link et Willdenow, il donne pour habitat à cette plante : « In ericetis

¹ « *Carex depressa*. Spica mascula terminans oblonga, femineæ superiores pedicellatæ axillares, infima radicalis. Squamæ lanceolatæ longe acutæ. Perigynia triquetra rugulosa acumine brevi simplici. Link in Schrad. *Journ.* I, pag. 309 ; 1799.

« *C. depressa* Link. Spicis omnibus radicalibus pedunculatis, mascula solitaria longe pedunculata, androgynis binis breve pedunculatis apice masculis, fructibus ovato-triquetris pubescentibus obtusis. Willd. *Sp. pl.*, IV, pag. 250. 1805. »

» *siccis Lusitaniæ* ». Kunth, qui a étudié ce *Carex* également dans l'herbier de Willdenow, dit :

« *C. alpestris* (Hallerianæ) forma?

» *C. depressa* Willdenowiani herbarii, n° 17176, est specimen juvenile » floriferum *C. alpestris* et a figura Schkubriana longe distincta : spicis inferioribus mere femineis (nec androgynis), squamis femineis acutis (nec mucronato-subaristatis), utriculis nonnisi angulis scabris (nec pubescentibus) » *Enum. pl.*, II, pag. 480¹. Or, dans les garigues où j'ai récolté mon *C. ædispostyla*, j'ai trouvé en quantité une forme de *C. Halleriana* qui, à côté de tiges normales, présente quelques-unes de ses tiges principales terminées par un seul épi entièrement mâle et n'ayant au-dessous de lui aucun autre épi femelle que les épis basilaires ordinaires. Cette forme est, à n'en pouvoir douter, la plante décrite par Link et figurée par Schkuhr sous le nom de *C. depressa*². Assurément il y a dans cette réunion sur un même point de plantes et de formes portugaises une coïncidence digne de remarque et propre à faire croire que notre plante se rapporte au *C. ambigua* Link. Quoi qu'il en soit, et en admettant, par hypothèse, l'identité entre le *C. ambigua* Link et notre plante, il faudrait abandonner le nom *ambigua* imposé par Link en 1799, puisque ce terme était, dès 1794, appliqué par

¹ Les différences que signale Kunth n'ont pas toute la valeur qu'il leur attribue. Il arrive, en effet, assez fréquemment que le *C. Halleriana* présente des épis gynobasiques terminés par 1—3 fleurs mâles, des écailles assez longuement acuminées et des utricules très-pubescents ou presque glabres ; et l'échantillon figuré par Schkuhr pouvait présenter ces insignifiantes variations sans qu'elles fussent sur celui de Willdenow.

² Il y a donc lieu de compléter ainsi qu'il suit la synonymie du *Carex Halleriana* :

Forme normale : *Tiges à plusieurs épis femelles au-dessous de l'épi mâle.*

1779. *C. Halleriana* Asso, *Syn. stirp. Arag.*, n° 922, tab. 9, fig. 2.

1785. *C. alpestris* All., *Fl. ped.* II, pag. 270, n° 2329.

1787. *C. gynobasis* Vill., *Fl. Dauph.* II, pag. 206.

1791. *C. rhizantha* Gmel., *Syst.*, II, pag. 144.

1801. *C. diversiflora*. Host. *Gram. austr.* I, pag. 53, tab. 70.

Variation : *Tiges n'ayant qu'un seul épi mâle sans épis femelles.*

1799. *C. depressa* Link in Schrad. *Journ.*, I, pag. 309. — Schkuhr, *Car.*, II, pag. 185, tab. Ccc, fig. 120. — Willd. *Sp. pl.*, IV, pag. 250. — Kunth *En. pl.* II, pag. 479 et 480. — Steudel, *Syn. glum.*, II, pag. 205, n° 293.

Moench à un *Carex* des environs de Marburg (*Meth. pl.*, pag. 325 ; 1794). Il faudrait en faire autant du nom de *C. valesiaca* que Wahlenberg appliqua en 1805 au *Carex* de Portugal, puisque ce terme *valesiaca* était depuis 1802 imposé par Suter (*Fl. helv.*, pag. 259) à un *Carex* suisse qui paraît être le *C. tenuis* Host ; et un nom nouveau serait toujours à donner. Mais je ne trouve pas l'identité assez évidemment constatée par les expressions de Kunth, en opposition avec les figures de Schkuhr, pour me croire autorisé à établir la synonymie.

Revenons au groupe auquel peut appartenir notre plante. Elle ne se range point facilement parmi nos espèces françaises ; mais, en consultant Kunth, on trouve que notre *Carex* rentre très-naturellement dans son groupe 14, composé d'espèces américaines : « 14. *Androgynæ apice masculæ,* » *longissime pedunculatæ, nunc omnes, nunc nonnisi infima subradicales.* » *Utriculi rostrati vel erostres. Americanæ.* » (*Enum. pl.* II, pag. 480.) Il y a plus : c'est dans ce même groupe que rentrent les deux espèces n° 302 *C. mæsta* Kunth et n° 303 *C. phalaroides* Kunth, dont j'ai parlé plus haut, pag. 433, et dont il est dit : « *Stylus basi bulboso-incrassatus* » o. c. pag. 482. Il semble donc qu'il y a lieu d'admettre un nouveau groupe de *Carex*, qu'on pourrait très-bien nommer *ædipostylæ*, du nom de la plante qui serait jusqu'à présent, parmi les *Carex* indigènes, l'unique représentant de sa conformation ¹.

¹ Le renflement du style à sa base peut, à la rigueur, légitimer l'établissement d'un groupe ; mais suffit-il de même pour l'établissement d'un genre ? Je ne le crois pas. Kunth me paraît avoir eu pleinement raison de ne pas séparer du genre *Carex* les espèces dont la base du style est dilatée, endurcie et persistante, mais en même temps avoir eu tort d'adopter le genre *Eleocharis* établi par R. Brown et séparé des autres *Scirpus* par cet unique caractère. Malgré mon profond respect pour la grande autorité de R. Brown, je trouve ces démembrements fâcheux : ils séparent ce qui est uni ; font supposer une indépendance qui n'existe pas ; empêchent ainsi de voir les rapports les plus naturels ; font méconnaître le parallélisme existant entre les modifications des genres d'une même famille, et si évidents ici entre les genres *Carex* et *Scirpus*. Car, de même que les *Carex Halleriana, præcox, polyrrhiza* présentent, dans leur style un peu renflé à la base, une forme intermédiaire, de son côté le *Scirpus Bæothryon*, par son style épaissi et persistant, offre, pour unir les deux genres *Eleocharis* et *Scirpus*, un intermédiaire tel que Nees von Esenbeck en a fait un *Eleocharis, E. Bæothryon* in *Linn.* IX, pag. 294, tandis que d'autres en faisaient les genres *Bæothryon* et *Limnochloa*, et déchiraient le genre *Scirpus* en *Dichostylis, Isolepis, Holoschænus, Heleogiton*, etc. Tous ces démembrements sont en outre

J'ai dit plus haut que sur le *C. œdipostyla*, les entrenœuds du rhachis de l'épi sont, vis-à-vis des utricules, excavés et bordés d'une aile membraneuse, laquelle, après s'être subitement rétrécie vers le haut de l'entrenœud, passe transversalement d'un bord à l'autre en formant une petite niche (fig. 3 c). Cette conformation des entrenœuds vient, d'une manière bien inattendue pour moi, confirmer ce qu'en 1864 j'exposais sur la signification morphologique de semblables ailes membraneuses que l'on voit sur le rhachis de certains épillets de *Cyperus* (*Bull. Soc. bot. de Fr.*, tom. XI, pag. 325 et suiv.). Kunth a regardé ces appendices aliformes des *Cyperus* comme des décurrences des écailles situées supérieurement : *Squamæ basi utraque in racheolam decurrentes* » (*Enum. pl.* II, pag. 55); tandis qu'au contraire Link, Koch et en France M. Boreau¹ en ont fait une écaille intérieure soudée au rhachis de l'épillet. Or, comme les *Carex* ont déjà une écaille intérieure qui, en se modifiant, constitue l'enveloppe de l'achane ou l'utricule, il est impossible de considérer les membranes qui forment une petite niche en arrière de l'utricule comme une troisième glume ou écaille naissant immédiatement au-dessus et du même côté que l'écaille utricule. Il n'y a là que des expansions membraneuses du rhachis, sans signification morphologique particulière, ainsi que je l'exposais au lieu précité, en me rattachant à l'opinion de Kunth.

d'un exemple très-fâcheux; car si, à des hommes éminents comme R. Brown, ils ne sont inspirés que par des considérations erronées peut-être, mais purement scientifiques, ils le sont quelquefois à des personnalités moins imposantes par un désir immodéré du *mihî*, nourri de cet espoir malheureusement fondé qu'un nouveau genre étant créé, tous les floristes s'empresseront de l'adopter ou au moins de le citer, afin de ne point paraître arriérés et ignorants des nouveautés scientifiques. Si donc la velléité venait à quelqu'un de faire un genre avec les *Carex* à stylopode, je crois agir charitablement en lui proposant, pour le genre le nom *ŒDIPOSTYLA*, et pour ma plante celui de : *Œdipostyla caricina*, lui assurant ainsi calme et liberté d'examen en dehors de tout souci de la création d'un nom personnel, et à l'abri de tout reproche d'avoir cédé aux tentations trop ardentes du *mihî*.

¹ « *Cyperus*... Gluma subbivalvis; valvæ inferiores totæ rachillæ adnatæ » (*Link. Hort. berol., descr.* I, pag. 300, 301, 375 et 376). — « *Cyperus*... In pluribus speciebus valvula interior adest, sed rhachi adnata, quam aliam reddit. » (*Koch, Syn. ed 3^a, pag. 638.*) — *Cyperus*... Glume univalve, plus rarement à deux valves dont l'inférieure est soudée à l'axe de l'épillet. » (*Boreau, Fl. centr., 3^e édit., pag. 655.*)

Il me reste à me résumer dans une diagnose et une description.

CAREX ŒDIPOSTYLA J. Duv.-J. (Pl. XXI, fig. 1-5).

Diagn. — Caule subnullo; spicis 2-3, longe pedunculatis, radicalibus, paucifloris, androgynis; floribus femineis 2-4; squamis femineis ovatis margine hyalino-membranaceis, infra apicem obtusum longe et longissime aristatis; utriculis ovoïdeis, obtusis; achanio ovoïdeo-triquetro styli basi conica bulboso-incrassata coronato.

Descr. — Rhizoma cespitosum. Folia pallide virentia spicas longe superantia, valde nervosa, superne canaliculata et scabra, subtus carinata et sublævia; vaginarum os antice recte truncatum, postice in ligulam brevissimam, rectam, ad medium emarginatam productum. Pedunculi 2-3, ad foliorum radicalium axillas enascentes, longi, trigoni, asperi, longissime ocreati, sub spica inflati, filiformes, flaccidi, ad maturitatem deflexi, et spicam unicam simplicissimam ebracteata, brevem et paucifloram, androgynam, superne masculam (3-5 fl.), inferne femineam (1-4 fl.), nec non mere femineam sustentantes. Squamæ masculinæ rhachim amplectentes, longæ, lanceolatæ, obtusæ, ad dorsum virides et nervosæ, ad marginem hyalino-pallidæ, infra apicem longe apiculatæ. Rhachis, quo ad partem femininam tortuosa, adversus quemque femineum florem excavata et lateraliter necnon superne membrana alba exspatiata. Squamæ femininæ rhachim amplectentes, ovales, ad marginem hyalino-albidæ, ad dorsum virides et valde nervosæ, infra apicem obtusum longam, sæpe longissimam et etiam folium æmulantem, asperam aristam gerentes. Utriculi maturi oblique erecti, virides et validis 15 nervis purpureis ad basim instructi, ovoïdei, erostres. Achanium ovoïdeo-triquetrum, styli basi incrassata subconica, indurata et persistente coronatum.

Station. — Dans les garigues, *Carecta* (voir la 2^{me} Remarque, pag. 444), sous les buissons de *Cistes*, de Bruyères et de *Quercus coccifera*.

Habitat. — Je l'ai trouvé, le 23 mai 1835, à l'île Sainte-Marguerite (Var), sous les Cistes, entre le fort et le jardin dit Orangerie; le 7 et le 8 mai 1870, dans les garigues dites Bois de la Moure¹, et dans celles du Mas de Devilliers,

¹ Dans les fossés du même bois et les mêmes jours, j'ai trouvé en abondance l'*Isoetes Durianii* Bory, qui dans l'Hérault n'avait encore été trouvé qu'à Roquehaute, près Vias.

à 5 kil. de Montpellier ; enfin, le 15 mai 1870, dans les garigues du Mas des Chanoines, en Crau, vis-à-vis la station de Raphèle, à 12 kil. d'Arles.

1^{re} Remarque (voir la note de la page 433).

Achane, pour *achaine*. La manière d'écrire ce terme a beaucoup varié. Necker a écrit *achæna* ; d'autres *achenium* ; Bischoff en a fait les noms allemands *Achæne* et *Achene* ; Richard et plusieurs auteurs français, *akène* ; Adr. de Jussieu et plusieurs autres, *achaine*. Mais, sous cette diversité, tous les auteurs sont d'accord pour faire venir ce terme de ἀ privatif et χαίνω, s'ouvrir. Or, il nous semble que, en suite de cette origine, aucune de ces manières d'écrire n'est parfaitement régulière. Il est tout d'abord évident que la moins exacte de toutes est celle qui, en écrivant *akène*, fait disparaître toute trace de χ du radical. *Achenium* et *achêne* ne sont guère plus valables, puisqu'ils ne rappellent plus la diphthongue αι du radical, laquelle en latin se transforme en æ, ce qui a fait reprocher à Linné d'avoir écrit *Aira* et non *Æra*, orthographe adoptée maintenant par plusieurs auteurs allemands et belges. *Achaine* doit aussi être repoussé, parce qu'en français la diphthongue αι est, dans les dérivés du grec, représentée par é et non par ai ; on ne dit point *haimoptysie*, ni *anaimie*, ni *palaiographe*, ni *archaiologie*, etc. *Achêne* en français et *achæna* ou *achænium* en latin sembleraient donc plus réguliers ; il n'en est rien pourtant. La terminaison d'un verbe en αινω, αινομαι indique un radical en αινω, que l'on retrouve dans l'aoriste ainsi que dans le nom verbal, et que les Grecs employaient seul dans leurs dérivés ou leurs composés. Soient pour exemples : μαινομαι, aor. ἐμνήην, nom verbal μανία, d'où μανικός, μανιόκτητος, μανιοποιός, μητρομανία, etc., en français *manie* et ses composés : θαινω, nom verbal βάσις, avec ses dérivés βάσιμος, etc., et ses composés περιβάσις, etc., *base* et ses dérivés ; σημαίνω, nom verbal σήμα, dérivés σημασία, etc. ; et σημαιόφορος est précisément signalé dans les lexiques grecs comme un mot étranger, barbare, employé par les soldats romains ; φαίνω donne φάνη, φάσις, d'où φάνερος, επιφάνης, φάσιμος, φάσμα ; μαραίνω, μαράσσις et μαράσμος, etc. Enfin χαίνω, s'ouvrir, aoriste ἔχων, donne χάσις, ouverture, et le composé ἀχάνης, qui signifie exactement, comme le terme en question : ne s'ouvrant pas, ne pouvant s'ouvrir, fermé. Il faut donc renoncer à ce terme, ce qui ne serait pas un grand malheur, ou dire en grec ἀχάνιον, en latin *achanium* et en français *achane*, orthographe dont le son surprend l'oreille le premier jour, mais ayant pour elle un droit de priorité qui, pour remonter aux Grecs, n'en est pas moins respectable et non sujet à prescription.

2^{me} Remarque (voir page 442).

Je dois justifier, par quelques mots, ce que j'ai avancé à la note de la page 435, savoir : que le mot *Carex* désignait primitivement, non une plante aquatique, mais les broussailles dures et piquantes qu'on appelle encore *Carigues* et *Garigues*, en Provence et en Languedoc, *Carasca* et *Garrichs*, en Espagne. *Carectum* signifiait un lieu plein de *carex*; mais il pouvait aussi servir à désigner les petits arbrisseaux appelés *carex*, de même qu'en Provence on appelle *Garigue*, non-seulement le *Quercus coccifera* L., mais encore les coteaux arides où il croît en compagnie du *Quercus Ilex* rabougri, des *Genista Scorpius* et *germanica*, du *Smilax aspera*, du *Paliurus aculeatus*, etc.

Remarquons d'abord que le terme *carex*, employé par Virgile et Columelle, semble un terme rustique propre aux bergers et aux agriculteurs, car il ne se retrouve ni dans Pline, ni dans Dioscoride. Les commentateurs l'ont interprété par : *herbe dure et piquante*, et Henry Estienne, dans son *Thesaurus linguæ latinæ*, se borne à en dire : « *Carex*, herba acuta et durissima ». Tous les anciens botanistes ont laissé ce nom de côté, et ce n'est qu'en 1718 que Ruppilus, dans son *Flora Jenensis*, l'a repris pour désigner les Cypéracées ainsi nommées aujourd'hui; Dillenius (*Cat. pl. Giss. app.*, 185; 1719), Micheli (*Nov. pl. gen.*, 66; 1729), J. Martyn (*Virg. georg. c. comm.*, liv. III, 231; 1741), Mappus (*Hist. pl. Als.*, p. 55; 1742) l'adoptèrent, et à son tour Linné, cédant à sa déplorable habitude d'appliquer sans critique les noms anciens, non-seulement consacra le nom *Carex* à nommer le genre actuel, mais encore crut retrouver dans une des espèces de ce genre, *C. acuta*, la plante dont Virgile avait dit : *Carice pastus acuta*. Sprengel, sur l'autorité de Martyn, se range à cette opinion sans aucune discussion (*Hist. rei herb.*, I, pag. 147; 1817).

Linné, en adoptant ce nom générique, l'avait au moins classé parmi ceux dont il disait : « *Nomina generica latine obscura, quorum fontes ignoramus, vel quæ origine dubia evadunt, assumenda sunt, sed non imitanda* » (*Phil. bot.*, § 329); mais Théis, dans son *Glossaire de botanique*, est plus tranchant sur l'origine même du mot, et en appuie l'étymologie sur une observation vraiment bien délicate pour les cultivateurs ou les bergers qui avaient employé ce mot avant Virgile et Columelle : « *Carex*, du latin *carere*, manquer. Les épis supérieurs de ces plantes manquent constamment de graines, parce qu'ils ne sont composés que de fleurs mâles; les anciens, qui ne connaissaient pas les parties sexuelles des plantes, ont cru et ont dû croire que ces épis étaient manqués ou avortés. » (o. c., p. 89.)

M. A. Fée est loin d'être aussi affirmatif que Sprengel sur la question spécifique; mais le savant auteur de la *Flore de Virgile* pense que *carex acuta* doit s'entendre des espèces du genre *Carex* qui habitent les bords des marécages ou les rives des fleuves, et *carectum* de tout massif qui se trouve dans les pâturages humides. (o. c., pag. xxxi; 1822.)

Nous croyons, au contraire, que les *Carex* de Virgile et de Columelle ne sont ni du genre linnéen *Carex*, ni même des plantes de marécage.

Il est d'abord de toute évidence que le *Carex acuta* L., étant une plante peu répandue en Italie, ne répond pas plus au *carex acuta* de Virgile, que l'*Avena sterilis* L. aux *steriles avenæ* (*Ecl.* V, 37 ; *Georg.* I, 154), et l'*Acanthus mollis* L. au *mollis acanthus* (*Georg.* IV, 137), tendres artichauts dont les capitules se coupaient au premier printemps, comme aujourd'hui encore en Provence et en Italie. Et, de l'examen des textes où se trouvent les mots *carex* et *carectum*, il ressortira avec la même évidence qu'ils ne sauraient avoir servi à désigner des plantes aquatiques.

Il est impossible de mieux désigner l'aspect des garigues et d'un troupeau qu'on y a laissé, que ne le fait Virgile par ce vers :

Frondebis hirsutis et carice pastus acuta.

Georg., III, 231.

« Filix quoque aut Carex ubique nascitur; augusto mense recte extirpatur; melius tamen circa idas Julias ante caniculæ exortum ». *Col.*, lib. II, c. 2, 46.

La Fougère de Virgile, *Pteris aquilina* L., ne croit point dans les marais, mais bien dans les terrains siliceux et maigres, avec le *Quercus coccifera* et le *Genista Scorpius* qui forment le fond de la végétation des garigues ; et, chose remarquable, c'est encore en été que, dans notre Midi, l'on défriche les garigues, afin de pouvoir mieux écobuer et ensemercer dès l'automne.

Tu post carecta latebas.

Ecl. III, 20.

Il n'y a aucun *Carex* dont les touffes puissent, comme les garigues, servir à cacher quelqu'un.

Melius nemoribus herbidis et frutetis et carectis quam lapidosis locis durantur unguæ. *Col.*, lib. VI, c. 12, 1.

Evidemment Columelle ne pouvait dire que le sabot se durcit mieux dans les marais, ni associer des *carecta* marécageux aux bois herbeux et aux taillis.

Il faut donc voir, sous le mot *carectum*, les garigues, et, sous celui de *carex*, la plante qui fait le fond de la végétation des garigues ; d'autant plus que ce même nom, à peine changé, sert encore à désigner et le *Quercus coccifera* L., et les passages secs où il domine en Piémont, en Provence, en Languedoc et en Espagne, selon le témoignage de M. Willkomm : « *Q. coccifera* L. = *Carrasca* Granat. — *Garrichs* Catal. — *Q. Ilex* L. . . forma fruticosa humilis. = *Carrasca* Castell. et Catal. (*Prodr. fl. hisp.*, I, pag. 244 et 245.)



EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE XXI.

- FIG. 1. *Carex œdipostyla* J. Duv.-J. ; de grandeur naturelle, d'après un échantillon de taille moyenne.
- FIG. 2. Un épi du même. 5 diamètres.
- FIG. 3. Un utricule du même. 10 d.
a. Partie supérieure et renflée du pédicelle ; on a enlevé l'écaille.
b. Utricule.
c. Entrenœud du rhachis, avec ses membranes vis-à-vis de l'utricule.
- FIG. 4. Achane du même, mûr et sec. 10 d.
- FIG. 5. Orifice de la gaine et ligule du même. 3 d.
- FIG. 6. Achane du *Carex Halleriana* Asso. 10 d.
a. Achane séché.
b. Le même au moment de l'anthèse.
- FIG. 7. Achane du *Carex præcox* Jacq. 10 d.
a. Achane séché.
b. Le même au moment de l'anthèse.
- FIG. 8. Achane du *C. polyrrhiza* Wallr. 10 d.
a. Achane séché.
b. Le même au moment de l'anthèse.
- FIG. 9. Copiée de Schkuhr, tab. *Bbb*, fig. 117, *f*, *b* : écaille femelle et utricule jeune de son *Carex ambigua*.
- FIG. 10. Copiée de Schkuhr, l. c. *if* : écaille femelle et utricule mûr de son *Carex ambigua*.
- FIG. 11. Copiée du même ; achane mûr de son *C. ambigua*.

Montpellier, le 31 mai 1870.



J. Duval-Jouve, del.

Lith. de W. Hestander

CAREX ŒDIPOSTYLA J. DUV.-J.

SUR QUELQUES
RELATIONS DIFFÉRENTIELLES

QUE L'ON PEUT RÉSOUDRE

PAR DES FORMULES DÉGAGÉES DE TOUT SIGNE D'INTÉGRATION

ET SUR

Quelques Invariants d'une espèce particulière;

Par M. Ed. COMBESURE.



Dans le tome XIII (1^{re} série) du Journal de M. Liouville, M. J.-A. Serret a résolu d'une manière très-élégante la question suivante :

« x, y, z, s étant quatre fonctions d'une variable indépendante t , assujéties à vérifier l'équation

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 = ds^2,$$

exprimer, sous forme finie et sans aucun signe d'intégration, les valeurs générales de ces fonctions. »

L'éminent auteur fait remarquer que la transformation dont il fait usage peut s'appliquer, avec le même succès, à l'équation plus générale

$$dx^n + dy^n + \dots + dz^n = ds^n$$

où n est un nombre quelconque.

Il existe des relations différentielles beaucoup plus générales encore, que l'on peut résoudre d'une manière analogue, soit par le procédé de M. Serret, soit par des considérations un peu différentes, qui rentrent au fond, comme

le procédé dont il s'agit, dans les méthodes quelquefois appliquées à l'intégration des équations linéaires.

1. Soit un système d'équations tel que le suivant :

$$(1) \left\{ \begin{array}{l} \frac{d^m x}{dt^m} = Au + A_1 \frac{du}{dt} + \dots + A_i \frac{d^i u}{dt^i}, \\ \frac{d^n y}{dt^n} = Bu + B_1 \frac{du}{dt} + \dots + B_j \frac{d^j u}{dt^j}, \\ \dots \\ \frac{d^p z}{dt^p} = Cu + C_1 \frac{du}{dt} + \dots + C_k \frac{d^k u}{dt^k}, \end{array} \right.$$

où $A, A_1, \dots, B, B_1, \dots, C, C_1, \dots$ sont des fonctions quelconques de la variable indépendante t , et u , une fonction indéterminée de cette même variable. En multipliant la première par dt et intégrant par parties chaque terme du second membre, à partir du deuxième, on transformera ce second membre dans la somme de deux expressions, l'une dégagée du signe \int , et linéaire par rapport à u et ses dérivées, l'autre contenant le signe \int et qui sera de la forme

$$\int Mu dt$$

où M ne dépend que de A, A_1, \dots, B, \dots et de leurs dérivées relatives à t . En posant

$$\int Mu dt = \varphi, \quad \text{d'où} \quad u = \frac{\varphi'}{M},$$

et substituant cette valeur de u dans l'expression de $\frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}}$, qu'on vient de trouver, et dans celles de $\frac{d^n y}{dt^n}, \dots, \frac{d^p z}{dt^p}$ du système ci-dessus, on aura pour ces diverses quantités des expressions linéaires par rapport à la fonction indéterminée φ et ses dérivées jusqu'à un certain ordre. On aura ainsi un nouveau système tel que (1), où figureront, aux seconds membres, une fonction indéterminée φ et ses dérivées. En le traitant d'une manière analogue et par l'introduction d'une nouvelle fonction ψ telle que

$$\varphi = \frac{\psi'}{N},$$

où N ne dépend que des A, B, \dots , on passera à un autre système présentant une composition analogue, et dans lequel les dérivées de $x, y, \dots z$ seront respectivement de l'ordre $m - 2, n, \dots, p$. En continuant de la sorte, on parviendra à un système présentant toujours, aux seconds membres, la même composition, et dont les premiers seront x et les dérivées d'ordre n, \dots, p de $y, \dots z$ respectivement.

En prenant actuellement pour point de départ la seconde équation de ce système, on pourra, par le même procédé, le transformer dans un autre renfermant, aux premiers membres, les dérivées de $x, y, \dots z$ de l'ordre respectif $0, n - 1, \dots, p$. Et ainsi de suite. On voit en résumé que, *étant donné un système d'équations tel que (1), on peut toujours en déduire des expressions de $x, y, \dots z$, u linéaires par rapport à une certaine fonction indéterminée $\omega(t)$ et ses dérivées jusqu'à l'ordre $(i+j+\dots+k)$; les coefficients qui entrent dans ces expressions ne dépendant que de A, A, \dots, B, \dots et de leurs dérivées jusqu'à un certain ordre.*

2. Considérons maintenant une équation :

$$(2) \quad f\left(\frac{d^m x}{dt^m}, \frac{d^n y}{dt^n}, \dots, \frac{d^p z}{dt^p}\right) = 0$$

homogène par rapport aux dérivées mises en évidence, ne contenant pas d'ailleurs d'autres dérivées de $x, y, \dots z$, mais pouvant renfermer d'une manière quelconque la variable indépendante t . Soit fait

$$(3) \quad \frac{d^m x}{dt^m} = aV, \quad \frac{d^n y}{dt^n} = bV, \quad \dots, \quad \frac{d^p z}{dt^p} = cV,$$

$a, b, \dots c$ étant des fonctions de t prises arbitrairement, sous l'unique condition

$$(4) \quad f(a, b, \dots c) = 0.$$

Si l'on prend pour V une fonction finie quelconque de la variable t , contenant en outre linéairement une fonction indéterminée u et ses dérivées jusqu'à l'ordre qu'on voudra, on pourra appliquer aux équations (3) ce qui a été dit dans le numéro précédent, et obtenir en conséquence des expressions de $x, y, \dots z$ indépendantes de tout signe d'intégration.

Comme on peut remplacer c , par exemple, par l'unité et par suite prendre pour V la dérivée $\frac{d^p z}{dt^p}$ elle-même, on voit qu'il entre dans la solution, comme cela devait être, autant de fonctions arbitraires qu'il y a de fonctions x, y, \dots, z , moins une, et que l'on peut encore abaisser ce nombre d'une unité, en choisissant convenablement la variable indépendante.

Il n'est peut-être pas inutile d'observer que si l'équation (2), indépendamment des dérivées mises en évidence et qu'elle contient sous forme homogène, renfermait, d'une manière quelconque, d'autres fonctions W, \dots et leurs dérivées jusqu'à l'ordre qu'on voudra, on pourrait remplacer ces dernières fonctions par des fonctions finies quelconques de la variable indépendante t , et appliquer le procédé indiqué aux fonctions x, y, \dots, z .

Comme exemple de la méthode précédente, prenons l'équation homogène

$$f(dx, dy, ds) = 0.$$

En faisant

$$dx = a ds, \quad dy = b ds,$$

a et b étant des fonctions finies quelconques d'une variable indépendante t , vérifiant toutefois la condition

$$f(a, b, 1) = 0;$$

on aura

$$x = as - \int a's dt,$$

les accents marquant les dérivées par rapport à t . En posant

$$\int a's dt = \varphi, \quad \text{d'ou } s = \frac{\varphi}{a},$$

il viendra

$$x = \frac{a\varphi'}{a'} - \varphi.$$

Ensuite on aura

$$\frac{dy}{dt} = b \left(\frac{\varphi}{a}\right)';$$

d'où

$$y = \frac{b\varphi'}{a'} - \frac{b'}{a'}\varphi + \int \left(\frac{b'}{a'}\right)' \varphi dt;$$

et en posant

$$\varphi = \frac{\psi'}{\left(\frac{b'}{a'}\right)},$$

on obtiendra tout de suite des expressions de x , y , s sous la forme requise. Dans le cas particulier, où l'équation proposée est

$$dx^2 + dy^2 = ds^2,$$

de façon que

$$a^2 + b^2 = 1,$$

on arrive, moyennant une substitution ultérieure facile à voir, aux expressions

$$\left\{ \begin{array}{l} x = \frac{d^2V}{dt^2} \cos t + \frac{dV}{dt} \sin t, \\ y = \frac{d^2V}{dt^2} \sin t - \frac{dV}{dt} \cos t, \\ s = \frac{d^2V}{dt^2} + V, \end{array} \right.$$

où V est une fonction finie quelconque de t , et qui ne diffèrent que par un léger changement de forme de formules depuis longtemps connues.

On pourrait traiter de la même manière l'équation homogène

$$f(dx, dy, \dots dz, ds) = 0,$$

et particulièrement l'équation

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 = ds^2,$$

dont M. Serret s'est spécialement occupé. Mais, bien que la marche soit très-simple, les formules définitives ne laissent pas de présenter une certaine complication, que la nature de la question ne permet pas d'éviter. J'ajouterai pourtant tout à l'heure quelques détails sur cet exemple particulier, dont on conçoit l'utilité au point de vue de la rectification des courbes.

3. Les substitutions successives par lesquelles il faut passer, conformément à ce qu'on a vu dans le N° 1, peuvent nuire à la symétrie du calcul et à celle du résultat. On peut, si on le juge à propos, introduire les modifications suivantes :

Soit, pour fixer les idées, l'équation, qui peut contenir t d'une manière quelconque,

$$f(dx, dy, dz, ds) = 0.$$

Ayant fait

$$dx = a ds, \quad dy = b ds, \quad dz = c ds,$$

sous la condition

$$f(a, b, c, 1) = 0;$$

on voit, en se reportant à ce qui a été dit à la fin du N° 1, que x, y, z, s peuvent s'exprimer linéairement au moyen d'une fonction indéterminée u et ses dérivées jusqu'au troisième ordre. Soit donc

$$s = u + \alpha u' + \beta u'' + \gamma u''',$$

α, β, γ étant des fonctions inconnues de t . En substituant dans

$$x = as - \int a's dt,$$

puis, au moyen de l'intégration par parties, ramenant la fonction u à figurer comme facteur sous un seul signe f , on se débarrassera de tout signe d'intégration en égalant à zéro la quantité qui multiplie u sous le signe en question. On formera de la sorte une équation linéaire, immédiatement intégrable une première fois, et qui, en supposant nulle la constante d'intégration, aura pour intégrale première

$$(a'\gamma)'' - (a'\beta)' + a'\alpha - a = 0;$$

et si l'on eût commencé le calcul par y ou par z , on aurait eu évidemment deux équations analogues.

Les trois équations réunies peuvent s'écrire ici

$$(5) \begin{cases} \gamma a''' + (2\gamma' - \beta) a'' + (\gamma'' - \beta' + \alpha) a' - a = 0, \\ \gamma b''' + (2\gamma' - \beta) b'' + (\gamma'' - \beta' + \alpha) b' - b = 0, \\ \gamma c''' + (2\gamma' - \beta) c'' + (\gamma'' - \beta' + \alpha) c' - c = 0; \end{cases}$$

et si l'on désigne par D, D_1, D_2, D_3 les déterminants, pris avec un signe convenable, et que l'on obtient en supprimant tour à tour la 4^{me}, la 5^{me},... colonne du tableau

$$\left\{ \begin{array}{cccc} a''' & a'' & a' & a \\ b''' & b'' & b' & b \\ c''' & c'' & c' & c \end{array} \right\}$$

on aura

$$\gamma = \frac{D_3}{D}, \quad 2\gamma' - \beta = \frac{D_2}{D}, \quad \gamma'' - \beta' + \alpha = \frac{D_1}{D},$$

en excluant toutefois l'hypothèse où, en vertu de la condition

$$f(a, b, c, 1) = 0,$$

le déterminant D serait identiquement nul. De là résulte

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma = \frac{D_3}{D}, \\ \beta = 2 \left(\frac{D_3}{D} \right)' - \frac{D_2}{D}, \\ \alpha = \left(\frac{D_3}{D} \right)'' - \left(\frac{D_2}{D} \right)' + \frac{D_1}{D}, \end{array} \right.$$

les fonctions a, b, c n'étant soumises qu'à la condition précédente, et la variable indépendante pouvant être choisie comme on l'entendra, pourvu que ce choix n'introduise pas de signe explicite d'intégration. Maintenant, en se reportant à l'intégration par parties qui a été effectuée sur l'expression ci-dessus de x , comme la portion engagée sous l'unique signe f vient d'être annulée, il restera

$$(6) \quad x = [a\alpha - a'\beta + (a'\gamma)'] u' + [a\beta - a'\gamma] u'' + a\gamma u''',$$

et l'on aura des expressions analogues pour y et z , en écrivant successivement b et c au lieu de a . Il ne restera plus qu'à substituer, dans ces formules, à α, β, γ leurs expressions précédentes.

4. Il n'a été fait dans le numéro précédent aucune hypothèse particulière sur la forme de f . Dans le cas de

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 = ds^2,$$

on a

$$(7) \quad a^2 + b^2 + c^2 = 1.$$

En posant, pour un moment,

$$p = 2\gamma' - \beta, \quad q = \gamma'' - \beta' + \alpha,$$

et désignant par S une somme symétrique à trois termes, la sommation des équations (5), après les avoir multipliées respectivement par a, b, c , puis par a', b', c' , enfin par a'', b'', c'' , donnera, en ayant égard à (7),

$$\begin{cases} \gamma Saa''' + p Saa'' - 1 = 0, \\ \gamma Sa'a''' + p Sa'a'' + q Sa'a'^2 = 0, \\ \gamma Sa''a''' + p Sa''^2 + q Sa'a'' - Saa'' = 0. \end{cases}$$

Si l'on fait

$$(8) \quad S a'^2 = \frac{1}{\xi}, \quad S a''^2 = \frac{\xi^2 + 4\xi(\nu + 1)}{4\xi^2},$$

de sorte que, R étant le rayon de courbure d'une courbe quelconque tracée sur la sphère (7),

$$\nu + 1 = \frac{1}{R^2},$$

on déduira facilement des relations précédentes les valeurs de γ, p, q , et par suite

$$\begin{cases} \gamma = 2\xi\rho, \\ \beta = \xi + \xi'\rho + 4\xi\rho', \\ \alpha = \frac{3}{2}\xi' - 2(\nu + 1)\rho + \xi'\rho' + 2\xi\rho'', \end{cases}$$

où l'on a posé, pour simplifier un peu l'écriture,

$$\rho = \frac{\nu}{\xi}.$$

Telles sont les expressions qu'il faut substituer dans les formules (6) et dans la formule du N° 3 qui donne la valeur finie de s .

En adoptant pour a, b, c les coordonnées sphériques qu'on voudra, par exemple la longitude et la colatitude, et prenant, si l'on veut, l'une de ces coordonnées pour la variable indépendante, on calculera ξ et ν par les relations qui ont servi à définir ces quantités, et l'on aura les expressions définitives de x, y, z, s contenant deux fonctions arbitraires, savoir : u , et la coordonnée sphérique qui n'a pas été prise pour la variable indépendante. Mais ces formules ne présenteraient pas plus de simplicité que celles que

M. Serret a cherchées, un peu différemment dans le même cas, et qu'il s'est dispensé d'écrire à raison de leur complication.

5. Considérons maintenant un système de m équations

$$f = 0, \dots, F = 0,$$

où les premiers membres sont des fonctions homogènes des dérivées premières, relatives à une variable indépendante t , de m fonctions s, \dots, v , ainsi que de n fonctions x, y, \dots, z , la variable indépendante t pouvant entrer d'ailleurs d'une manière quelconque dans ces équations.

En posant, conformément à un artifice employé dans la théorie des équations linéaires, et qui est précisément celui dont M. Serret a fait usage,

$$\left\{ \begin{array}{l} ax + \dots + cz = u, \\ a'x + \dots + c'z = u', \\ \dots\dots\dots \\ a^{(n-1)}x + \dots + c^{(n-1)}z = u^{(n-1)}, \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} ax' + \dots + cz' = 0, \\ \dots\dots\dots \\ a^{(n-2)}x' + \dots + c^{(n-2)}z' = 0, \\ a^{(n-1)}x' + \dots + c^{(n-1)}z' = u^{(n)} - (a^{(n)}x + \dots + c^{(n)}z). \end{array} \right.$$

a, \dots, c , étant n fonctions données quelconques de t , et les accents indiquant toujours les dérivées relatives à cette variable, on pourra tirer du premier groupe les valeurs de x, \dots, z , et en les substituant au second membre de la dernière équation du deuxième groupe, celui-ci fournira pour x', \dots, z' des expressions de la forme

$$x' = AU, \dots, z' = CU,$$

$$U = G + Hu' + \dots + Mu^{(n)},$$

A, \dots, C, G, \dots, M dépendant uniquement de a, \dots, c et de leurs dérivées. En mettant ces expressions dans les équations proposées, on en conclura, moyennant une résolution d'équations,

$$\frac{ds}{dt} = SU, \dots, \frac{dv}{dt} = VU.$$

S, \dots, V ne dépendant explicitement que de A, \dots, C, G, \dots, M , et de t si l'on veut. On voit que ceci revient à faire directement dans les équations proposées une substitution de la forme

$$(8) \quad \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= PU, \dots, \frac{dz}{dt} = QU, \\ \frac{ds}{dt} &= SU, \dots, \frac{dv}{dt} = VU, \end{aligned}$$

ce qui établit entre les quantités P, \dots, Q, S, \dots, V , les m relations

$$f(P, \dots, Q, S, \dots, V) = 0, \dots, F(P, \dots, Q, S, \dots, V) = 0,$$

de sorte que l'on peut prendre arbitrairement n de ces $m + n$ quantités, et en conclure les autres au moyen de ces dernières relations. Quant à U , qui a disparu à cause de la forme homogène des équations proposées, on peut, dans les équations (8), le prendre égal à une fonction linéaire d'une fonction indéterminée u et de ses dérivées jusqu'à l'ordre qu'on voudra ; par exemple, prendre $U = \frac{du}{dt}$, ou, si l'on veut, $U = \frac{dx}{dt}$, auquel cas il faut faire, ce qui est permis, $P = 1$. On rentre dans tous les cas dans les conditions du N° 1, et l'on voit que l'on pourrait supposer plus généralement que $\frac{dx}{dt}, \dots, \frac{dz}{dt}, \frac{ds}{dt}, \dots, \frac{dv}{dt}$ désignent les dérivées d'un ordre quelconque de $m + n$ fonctions respectivement. Quant à l'artifice de M. Serret, dont on peut, comme on voit, se dispenser, il a pour effet de donner immédiatement les expressions des n fonctions x, \dots, z au moyen d'une fonction u et ses dérivées jusqu'à l'ordre $n - 1$, après quoi il faut appliquer aux fonctions restantes et à u le procédé de l'intégration par parties, ainsi que cela a été suffisamment indiqué dans le N° 1.

6. Soient X, \dots, Z , n fonctions de la variable indépendante t , et

$$x = \frac{d^i X}{dt^i}, \dots, z = \frac{d^j Z}{dt^j},$$

i, \dots, j étant des nombres entiers positifs ou nuls. Soient pareillement S, \dots, V, m fonctions de la même variable indépendante, et

$$s = \frac{d^h S}{dt^h}, \dots, v = \frac{d^k V}{dt^k}.$$

En désignant toujours par des accents les dérivées relatives à t , considérons les m équations

$$(9) \quad \left\{ \begin{array}{l} f(x, x', \dots x^{(p)}, \dots z, z', \dots z^{(p)}, s, \dots v) = 0, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ F(x, x', \dots x^{(p)}, \dots, z, z', \dots z^{(p)}, s, \dots v) = 0, \end{array} \right.$$

qui déterminent $s, \dots v$, par exemple, au moyen des autres quantités mises en évidence.

Il s'agit de savoir dans quels cas les procédés précédemment exposés leur seront applicables, et où l'on pourra par suite, au moyen de ces mêmes procédés, en déduire des expressions de $X, Z, S, \dots V$, dégagées de tout signe d'intégration.

Si l'on fait

$$(10) \quad s = s, \theta, \dots, v = v, \theta,$$

et en même temps

$$(11) \quad x = x, \theta, \dots, z = z, \theta,$$

ce qui entraîne

$$(12) \quad \left\{ \begin{array}{l} x' = x', \theta + x, \theta', \\ x'' = x'', \theta + 2x', \theta' + x, \theta'', \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} z' = z', \theta + z, \theta', \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{array} \right.$$

il est clair que si, par la substitution de ces diverses expressions dans les équations proposées, $\theta, \theta', \theta'', \dots$ disparaissent du résultat, on pourra prendre arbitrairement $x, y, \dots z$, et déterminer s, \dots, v , par les équations

$$\begin{array}{l} f(x, x', \dots x^{(p)}, \dots; s, \dots, v) = 0 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ F(x, x', \dots x^{(p)}, \dots; s, \dots, v) = 0; \end{array}$$

puis prenant pour θ une fonction linéaire quelconque d'une fonction indéterminée u et de ses dérivées jusqu'à l'ordre qu'on voudra, les relations (10), (11) se trouveront dans les conditions requises pour l'application du procédé du N° 1. Il n'est pas moins évident, d'ailleurs, que cette disparition de θ est nécessaire pour que ce procédé puisse s'appliquer.

7. Comme on peut imaginer que les équations (9) ont été résolues par rapport à $s, \dots v$, en désignant par f l'expression obtenue pour l'une quelconque de ces dernières quantités, la question revient maintenant à trouver les formes

$$s = f(x, x', \dots x^{(p)}, \dots, z, z', \dots z^{(p)})$$

telles que, après la substitution (11), (12), la fonction f se réduise à

$$\theta f(x_1, x'_1, \dots);$$

il faudra donc que l'on ait :

$$\frac{df}{dx} \frac{dx}{d\theta} + \frac{df}{dx'} \frac{dx'}{d\theta} + \dots = f(x_1, x'_1, \dots),$$

$$\frac{df}{dx} \frac{dx}{d\theta'} + \frac{df}{dx'} \frac{dx'}{d\theta'} + \dots = 0.$$

.....

Or, d'après (11), (12), on a

$$\frac{dx}{d\theta} = \frac{x}{\theta},$$

$$\frac{dx'}{d\theta} = x'_1,$$

$$\frac{dx''}{d\theta} = x''_1, \text{ etc.}$$

En substituant ces valeurs de $\frac{dx}{d\theta}, \frac{dx'}{d\theta}, \dots, \frac{dx}{d\theta'}, \frac{dx'}{d\theta'}, \dots$ tirées de (11) et (12) et réintroduisant ensuite au moyen de ces mêmes relations les expressions de x_1, x'_1, \dots en x, x', \dots , on reconnaît sans difficulté que ces équations reviennent aux suivantes, dans lesquelles chaque terme écrit en comprend n tout à fait pareils répondant au changement de x en $y, \dots z$ successivement, de sorte que, par exemple,

$x \frac{df}{dx}$ est écrit pour $x \frac{df}{dx} + y \frac{df}{dy} + \dots + z \frac{df}{dz}$:

$$x \frac{df}{dx} + x' \frac{df}{dx'} + x'' \frac{df}{dx''} + \dots + x^{(p)} \frac{df}{dx^{(p)}} = f,$$

$$x \frac{df}{dx'} + 2x' \frac{df}{dx''} + \dots + px^{(p-1)} \frac{df}{dx^{(p)}} = 0,$$

$$x \frac{df}{dx''} + \dots + \frac{p(p-1)}{2} x^{(p-2)} \frac{df}{dx^{(p)}} = 0,$$

.....

$$x \frac{df}{dx^{(p-1)}} + px' \frac{df}{dx^{(p)}} = 0,$$

$$x \frac{df}{dx^{(p)}} = 0,$$

où les coefficients numériques sont précisément, d'une équation à l'autre, les nombres figurés des différents ordres. La première de ces équations exprime, comme on devait s'y attendre, que la fonction f doit être homogène et du degré *un* d'homogénéité par rapport à l'ensemble des quantités $x, x', \dots, y, y', \dots$. Mais pour connaître d'une manière intime la composition des formes f , il faut procéder à l'intégration de ce système d'équations simultanées. D'après la manière dont y entrent les variables, en considérant ces équations en remontant, on voit que l'intégration de la dernière introduit $(n - 1)$ formes composantes : la suivante est alors à $2n - 1$ différentielles et son intégration introduit en conséquence $2n - 2$ formes intégrantes actuelles ; la suivante, toujours en remontant, étant alors à $3n - 2$ différentielles, son intégration introduit $3n - 3$ formes intégrantes actuelles, et ainsi de suite ; de sorte que le système admet $(p + 1)(n - 1)$ intégrales communes et indépendantes. Quant à l'intégration effective, on peut la faire de diverses manières : celle qui paraît la plus simple et la plus naturelle consiste à classer ces intégrales d'après l'ordre des plus hautes dérivées que l'on veut y faire entrer. On trouve ainsi, pour le premier ordre, que f doit être une fonction homogène, de degré *un demi*, des quantités

$$\begin{cases} x^2, y^2, \dots, z^2 \\ xy' - yx', yz' - zy', \dots \end{cases}$$

dont les secondes peuvent être réduites à $n - 1$ formes distinctes, en vertu des n premières.

Si l'on va jusqu'au deuxième ordre, f est une fonction homogène quelconque, de degré $\frac{1}{3}$, des quantités

$$\begin{aligned} & x^3, \quad y^3, \quad \dots \dots \dots z^3 \\ & z(xy' - yx'), \quad y(zx' - xz'), \dots \\ & yxx'' - x^2y'' + 2xx'y' - 2x'^2y, \quad zxx'' - x^2z'' + 2xx'z' - 2x'^2z, \dots \end{aligned}$$

les quantités de la 3^{me} ligne, de même que celles de la 2^{me}, sont réductibles respectivement à $n - 1$ distinctes. En conservant l'une des formes de la 3^{me} ligne, on peut remplacer les autres par $n - 2$ déterminants, tels que

$$\begin{vmatrix} x & y & z \\ x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \end{vmatrix},$$

Si l'on introduit les dérivées jusqu'au troisième ordre, f est une fonction homogène, de degré $\frac{1}{4}$, des quantités

$$\begin{aligned} & x^4, \quad y^4, \quad \dots \dots \dots, z^4 \\ & z^2(xy' - yx'), \quad y^2(zx' - xz'), \dots \\ & z(yxx'' - x^2y'' + 2xx'y' - 2x'^2y), \dots \\ & x^2yy''' - y^2xx''' + 3y^2x'x'' - 3x^2y'y'' + 6xx'y'^2 - 6yy'x'^2, \dots \end{aligned}$$

les formes de la 4^{me} ligne sont réductibles à $n - 1$ distinctes, en vertu des intégrales des précédentes lignes; en conservant deux de ces formes, on peut remplacer les autres par $n - 3$ des déterminants, tels que

$$\begin{vmatrix} x & y & , & . \\ x' & y' & , & . \\ x'' & y'' & , & . \\ x''' & y''' & , & . \end{vmatrix}, \dots$$

On trouverait aisément les intégrales contenant les dérivées jusqu'au quatrième ordre inclusivement, et l'on pourrait continuer jusqu'à un ordre

quelconque numériquement déterminé. Le calcul se réduit chaque fois à trouver les intégrales à deux lettres, x, y , par exemple, dont le degré augmente d'une unité à l'introduction de chaque dérivée nouvelle, et qui est toujours linéaire par rapport à ces dérivées de l'ordre le plus élevé. Mais il m'a paru inutile de pousser plus loin le calcul, dont la marche est suffisamment indiquée par ce qui précède. Je ferai remarquer seulement que les déterminants qu'on peut introduire à l'apparition de chaque nouvel ordre de dérivées ne conservent aucune trace des nombres figurés, et conviennent conséquemment aux systèmes d'équations aux différences partielles, analogues aux proposées, dans lesquelles ces nombres figurés seraient remplacés par des constantes quelconques. Cette remarque trouve son application dans la solution de la question suivante qui, n'ayant pas de lien apparent avec celle du numéro précédent, se résout cependant par des calculs à peu près identiques.

8. Voici l'énoncé du nouveau problème :

« Étant données n fonctions indéterminées d'une variable indépendante t , et leurs dérivées jusqu'à un certain ordre, quelles sont les formes, composées avec ces diverses quantités, qui restent invariables malgré le changement de la variable indépendante? »

Toutes les formules qui représentent quelque élément géométrique bien défini, et dans lesquelles la variable indépendante n'est pas désignée, par exemple celles qui répondent au rayon de courbure, à l'angle de contingence, de torsion, etc., présentent nécessairement ce caractère d'*invariance*. Il n'est donc peut-être pas sans intérêt de trouver, à un point de vue analytique général, toutes les formes qui jouissent de la même propriété.

En désignant par τ la nouvelle variable indépendante qui doit remplacer t ; par x, y, \dots, z les dérivées premières, relatives à t , des fonctions considérées; par x_1, y_1, \dots, z_1 les dérivées premières relatives à τ , des mêmes fonctions, on aura d'abord

$$x = x_1\theta, \quad y = y_1\theta, \quad \dots, \quad z = z_1\theta,$$

où

$$\theta = \frac{d\tau}{dt}.$$

En convenant ensuite que les accents qui affectent $x, y, \dots z$ désignent les dérivées par rapport à t , tandis que les accents affectant $x_1, y_1, \dots z_1$ désignent les dérivées de ces dernières quantités relativement à τ , les dérivées de θ par rapport à t étant d'ailleurs représentées par $\theta, \theta', \theta'', \dots$, on aura

$$(a) \begin{cases} x = x_1 \theta \\ x' = x'_1 \theta^2 + x_1 \theta' \\ x'' = x''_1 \theta^3 + 3x'_1 \theta \theta' + x_1 \theta'' \\ \dots \dots \dots \end{cases}$$

et des relations analogues pour $y, \dots z$. Cela posé, je dirai qu'une fonction de $x, y, \dots z$ et de leurs dérivées reste inaltérée par le changement de la variable indépendante, si, après la substitution des expressions qui précèdent, on retrouve, multipliée par une puissance m de θ , la fonction elle-même dans laquelle on aurait écrit x_1, x'_1, \dots au lieu de x, x', \dots de façon que l'on ait

$$f(x, x', \dots) = \theta^m f(x_1, x'_1, \dots).$$

Si l'on différencie cette équation par rapport à $\theta, \theta', \dots \theta^{(p)}$, considérées comme autant de variables indépendantes, en observant que

$$\begin{aligned} \frac{dx}{d\theta} &= x_1, \\ \frac{dx'}{d\theta} &= 2x'_1 \theta, \\ \frac{dx''}{d\theta} &= 3x''_1 \theta^2 + 3x'_1 \theta', \\ \text{etc.} &\dots \end{aligned}$$

on obtient un système de $p + 1$ équations qui se modifient les unes par les autres. On peut en éliminer x_1, x'_1, x''_1, \dots au moyen des relations (a) afin d'introduire partout x, x', x'', \dots ; et, en examinant avec quelque attention la manière dont s'introduisent ces variables, ainsi que la formation successive des coefficients numériques, on conclut finalement que la fonction f doit vérifier les équations suivantes, nécessaires et suffisantes pour assurer l'invariabilité requise, et dans lesquelles $p + 1$ désigne l'ordre le plus élevé des dérivées introduites :

$$\begin{aligned}
 x \frac{df}{dx} + 2x' \frac{df}{dx'} + 3x'' \frac{df}{dx''} + \dots + (p+1) x^{(p)} \frac{df}{dx^{(p)}} &= mf, \\
 x \frac{df}{dx'} + 3x' \frac{df}{dx''} + \dots + \frac{p(p+1)}{1.2} x^{(p-1)} \frac{df}{dx^{(p)}} &= 0, \\
 x \frac{df}{dx''} + \dots + \frac{(p-1)p(p+1)}{1.2.3} x^{(p-2)} \frac{df}{dx^{(p)}} &= 0, \\
 &\dots\dots\dots \\
 x \frac{df}{dx^{(p-1)}} + (p+1) x' \frac{df}{dx^{(p)}} &= 0, \\
 x \frac{df}{dx^{(p)}} &= 0;
 \end{aligned}$$

où l'on voit encore reparaitre les nombres figurés des différents ordres, à partir du second, et où chaque terme en comprend n tout à fait pareils en $y, \dots z$.

Lorsqu'on donne une fonction de $x, y, \dots z$ et de leurs dérivées jusqu'à un ordre déterminé, et que l'on veut savoir si elle constitue un invariant du genre ici considéré, le plus simple généralement est d'essayer si elle vérifie le système précédent d'équations aux différences partielles, à peu près comme cela se pratique lorsque l'on veut reconnaître, par exemple, si une surface dont l'équation est donnée est cylindrique ou conique, et que l'on emploie pour cet objet l'équation aux dérivées partielles de ces surfaces. Mais si l'on veut connaître la composition analytique des formes actuelles, il faudra procéder à l'intégration du système ci-dessus.

La première équation montre que f est homogène, et de degré m d'homogénéité, relativement à l'ensemble des quantités

$$x, \sqrt{x'}, \sqrt[3]{x''}, \dots, y, \sqrt{y'}, \sqrt[3]{y''}, \dots$$

En adoptant une classification analogue à celle du numéro précédent, on arrivera facilement aux conclusions suivantes, en se rappelant que x, y, \dots, z sont les dérivées premières.

Si l'ordre le plus élevé des dérivées introduites est 2, f est une fonction homogène quelconque, du degré $\frac{m}{3}$ d'homogénéité, des

quantités

$$x^3, \quad y^3, \dots, z^3$$

$$xy' - yx', \quad xz' - zx', \dots$$

ces derniers déterminants pouvant être réduits à $n - 1$ distincts, en conservant comme intégrales particulières les n quantités de la première ligne.

Si l'ordre le plus élevé des dérivées introduites est 3,

f est une fonction homogène quelconque, du degré $\frac{m}{5}$ d'homogénéité, des quantités

$$x^5, \quad y^5, \dots, z^5,$$

$$z^2 (xy' - yx'), \dots$$

$$xyx'' - x^2y'' + 3xx'y' - 5yx'^2, \dots$$

On peut remplacer un nombre quelconque de quantités de la 5^me ligne par un nombre égal de déterminants, tels que

$$\begin{vmatrix} x & y & z \\ x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \end{vmatrix},$$

pourvu que chacun de ces déterminants soit élevé à la puissance $\frac{5}{6}$, et il faut remarquer que ces déterminants ne peuvent représenter que $n - 2$ intégrales distinctes.

Si l'ordre le plus élevé des dérivées introduites est 4,

f est une fonction homogène quelconque, du degré $\frac{m}{7}$ d'homogénéité, des quantités

$$x^7, \quad y^7, \dots, z^7,$$

$$z^5 (xy' - yx'), \dots$$

$$z^2 (xyx'' - x^2y'' + 3xx'y' - 5yx'^2), \dots$$

$$x^2yy''' - y^2xx''' + 6y^2x'x'' - 6x^2y'y'' + 18xx'y'^2 - 18yy'x'^2, \dots$$

et l'on peut remplacer un nombre quelconque des quantités de la dernière ligne par un nombre égal de déterminants

$$\begin{vmatrix} x & y & \dots \\ x' & y' & \dots \\ x'' & y'' & \dots \\ x''' & y''' & \dots \end{vmatrix}$$

qui ne peuvent toutefois représenter que $n - 3$ intégrales distinctes, et chacun d'eux étant élevé à la puissance $\frac{7}{10}$.

Il me paraît superflu de pousser plus loin les calculs d'intégration. Je ferai seulement remarquer que, en conservant la composition analytique du système d'équations aux différences partielles, et changeant les coefficients numériques de ces équations en des coefficients constants quelconques, il n'y aurait pas plus de difficulté à trouver les intégrales, qui conserveraient la même composition analytique, sauf la plus grande complication de leurs coefficients.

9. Ici s'offrirait naturellement la question, extension de la précédente :

« Étant données n fonctions x, y, \dots, z de m variables indépendantes t, \dots, s , ainsi que leurs dérivées partielles jusqu'à un certain ordre, quelles sont les formes dépendant de ces diverses quantités qui, après le changement des variables indépendantes en d'autres quelconques τ, \dots, σ , se reproduisent multipliées par une puissance du déterminant fonctionnel de la substitution. »

Le cas à traiter en premier lieu est celui de deux variables indépendantes ; mais comme les calculs et les notations deviennent nécessairement compliqués, même pour ce cas particulier, je me bornerai à la considération des dérivées du premier et du second ordre, sauf à revenir ultérieurement sur la question générale, qui me paraît offrir assez d'intérêt par elle-même, abstraction faite de toute préoccupation des applications quelconques auxquelles elle pourrait donner lieu.

En posant, pour abrégé,

$$\begin{cases} \frac{d\tau}{dt} = \tau', & \frac{d\tau}{ds} = \tau_s, & \frac{d^2\tau}{dt^2} = \tau'', & \frac{d^2\tau}{dt ds} = \tau'_{ts}, & \frac{d^2\tau}{ds^2} = \tau_{ss}, \\ \frac{d\sigma}{dt} = \sigma', & \frac{d\sigma}{ds} = \sigma_s, & \text{etc.} \end{cases}$$

et en même temps

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{d\tau} = x', \quad \frac{dx}{d\sigma} = x_1, \quad \frac{d^2x}{d\tau^2} = x'', \quad \frac{d^2x}{d\tau d\sigma} = x'_1, \quad \frac{d^2x}{d\sigma^2} = x_{11}, \\ \frac{dy}{d\tau} = y', \quad \frac{dy}{d\sigma} = y_1, \quad \text{etc.} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = x', \quad \frac{dx}{ds} = x_1, \quad \frac{d^2x}{dt^2} = x'', \quad \frac{d^2x}{dt ds} = x'_1, \quad \frac{d^2x}{ds^2} = x_{11}, \\ \frac{dy}{dt} = y', \quad \frac{dy}{ds} = y_1, \quad \text{etc.} \end{array} \right.$$

.....

on aura

$$(a) \left\{ \begin{array}{l} x' = x'\tau' + x_1\sigma', \\ x_1 = x'\tau_1 + x_{11}\sigma_1, \\ x'' = x''\tau'^2 + 2x'_1\tau'\sigma' + x_{11}\sigma'^2 + x'\tau'' + x_1\sigma'', \\ x'_1 = x''\tau'\tau_1 + x'_1(\tau'\sigma_1 + \tau_1\sigma') + x_{11}\sigma'\sigma_1 + x'\tau'_1 + x_1\sigma'_1, \\ x_{11} = x''\tau_1^2 + 2x'_1\tau_1\sigma_1 + x_{11}\sigma_1^2 + x'\tau_{11} + x_1\sigma_{11}. \end{array} \right.$$

En désignant par R le déterminant fonctionnel de la substitution, de façon que

$$R = \begin{vmatrix} \tau' & \tau_1 \\ \sigma' & \sigma_1 \end{vmatrix},$$

par m un nombre donné quelconque, et par f la forme cherchée, la condition immédiate du problème sera

$$(b) f(x', x_1, x'', x'_1, x_{11}, \dots) = R^m f(x', x_1, x'', x'_1, x_{11}, \dots),$$

où il faudrait écrire les quantités analogues relatives à y, \dots, z , ce qui sera toujours sous-entendu.

En différentiant cette équation tour à tour par rapport à $\tau'', \tau'_1, \tau_{11}, \sigma'', \sigma'_1, \sigma_{11}$, qui s'introduisent dans le premier membre par (a), on obtiendra six équations qui, ajoutées par couple de deux, après avoir été multipliées par deux des quantités $\tau', \tau_1, \sigma', \sigma_1$, de manière à faire reparaitre x', x_1 , conformément aux deux premières (a), reviennent aux deux suivantes, qui sont toujours abrégatives,

$$(c) \begin{cases} x' \frac{df}{dx''} = 0, & x, \frac{df}{dx'} = 0, \\ x' \frac{df}{dx'_1} = 0, & x, \frac{df}{dx'_1} = 0, \\ x' \frac{df}{dx''} = 0, & x, \frac{df}{dx''} = 0. \end{cases}$$

Puis en différentiant l'équation (b) partiellement par rapport à $\tau', \sigma', \tau_1, \sigma_1$, on obtiendra quatre équations, que je suppose écrites dans l'ordre de différentiation indiqué. En multipliant la première par τ' , la deuxième par σ' et ajoutant, le second membre de l'équation résultante sera

$$mR^{m-1} \left(\tau' \frac{dR}{d\tau'} + \sigma' \frac{dR}{d\sigma'} \right) f(x', x_1, \dots) = mR^m f(x', x_1, \dots) \\ = mf(x', x_1, \dots);$$

quant au premier membre, en ayant égard à (c), on verra s'y introduire les variables primitives $x', x_1, x'' \dots$. On obtiendra une équation analogue en multipliant les deux dernières des quatre mêmes équations par τ_1, σ_1 , et les ajoutant. Si l'on revient aux deux premières et qu'on les ajoute après les avoir multipliées par τ_1, σ_1 , le second membre de l'équation résultante sera nul; le premier, en tenant compte de (c), et d'après les relations (a), ne contiendra plus que les variables primitives. On aura une équation analogue en opérant sur les deux dernières des quatre équations. Ces quatre équations seront ainsi remplacées par les quatre suivantes, que j'écris dans un ordre inverse, pour ces groupes, de celui où ils ont été trouvés :

$$(d) \begin{cases} x, \frac{df}{dx'} + 2x', \frac{df}{dx''} + x'' \frac{df}{dx'_1} = 0, \\ x' \frac{df}{dx_1} + 2x', \frac{df}{dx''} + x'' \frac{df}{dx'_1} = 0, \end{cases}$$

$$(e) \begin{cases} x' \frac{df}{dx'} + 2x'' \frac{df}{dx''} + x', \frac{df}{dx'_1} = mf, \\ x, \frac{df}{dx_1} + 2x'' \frac{df}{dx''} + x', \frac{df}{dx'_1} = mf. \end{cases}$$

Lorsqu'on ne veut faire entrer dans f que les dérivées du premier ordre, les six équations (c) disparaissent, et l'on satisfait de la manière la

plus générale aux équations (d), (e) en prenant pour f une fonction homogène quelconque, du degré m d'homogénéité, des $n - 1$ déterminants circulairement symétriques

$$x'y_1 - y'x_1, \dots, z'x_1 - x'z_1.$$

Si l'on veut introduire à la fois les dérivées premières et les dérivées secondes, on voit que les équations (c) ne peuvent être simultanément satisfaites qu'en prenant pour f une fonction arbitraire des trois suites de déterminants

$$\begin{aligned} & \begin{vmatrix} x' & x_1 & x'' \\ y' & y_1 & y'' \\ z' & z_1 & z'' \end{vmatrix}, \dots \\ & \begin{vmatrix} x' & x_1 & x_{11} \\ y' & y_1 & y_{11} \\ z' & z_1 & z_{11} \end{vmatrix}, \dots \\ & \begin{vmatrix} x' & x_1 & x'_1 \\ y' & y_1 & y'_1 \\ z' & z_1 & z'_1 \end{vmatrix}, \dots \end{aligned}$$

Composées chacune de $n - 2$ déterminants indépendants, et les dérivées premières pouvant entrer encore d'une manière quelconque dans f . En désignant par α, β, γ , les déterminants mis en évidence en tête de ces trois lignes, et considérant actuellement f comme une fonction de ces déterminants et des dérivées premières, les équations (d) se transforment dans

$$\begin{aligned} x_1 \frac{df}{dx'} + 2\gamma \frac{df}{d\alpha} + \beta \frac{df}{d\gamma} &= 0, \\ x' \frac{df}{dx_1} + 2\gamma \frac{df}{d\beta} + \alpha \frac{df}{d\gamma} &= 0. \end{aligned}$$

La première, outre x_1, \dots, z_1 , qui peuvent entrer d'une manière quelconque dans f , a pour intégrales indépendantes

$$(f) \begin{cases} \beta x' - \gamma x, \dots \\ x, y' - y, x', \dots \\ x,^2 \alpha + x'^2 \beta - 2x, x' \gamma, \dots \end{cases}$$

et l'on reconnaît que la seconde ne peut être satisfaite qu'en prenant pour f une fonction arbitraire des quantités (f) , en nombre $2n - 2$. On peut pour plus de symétrie remplacer les secondes (f) par

$$(x', + y', + z,^2) \alpha + (x'^2 + y'^2 + z'^2) \beta - 2 (x, x' + y, y' + z, z') \gamma$$

mais je conserverai ces quantités sous la forme (f) .

Il reste enfin à satisfaire au groupe (e) , qui se rapporte exclusivement au poids des formes f . Or on reconnaît sans peine que, pour la vérification de ce groupe, il faut que f soit une fonction homogène, du degré $\frac{m}{3}$ d'homogénéité, des cubes de chacune des quantités de la première ligne (f) et des premières puissances de chacune des quantités de la seconde ligne. Telle est la forme la plus générale de l'invariant cherché, lequel dépend, comme on voit, sous la condition de poids dont on vient de parler, de $2n - 2$ invariants élémentaires classés en deux types symétriques différents.

On trouverait une application de ceci à la théorie des surfaces, lorsque l'on considère les coordonnées x, y, z , d'un point quelconque comme des fonctions de deux paramètres arbitraires; mais je n'insisterai pas sur ce point particulier; qui a été, de la part de M. Beltrami, l'objet d'une très-intéressante étude, fondée sur des considérations différentes.

Je ferai seulement remarquer que les invariants dont il est actuellement question ne doivent pas, malgré quelques points de contact, être confondus avec d'autres invariants qui ont leur source dans la théorie de la déformation des surfaces, et qui ont été considérés, eu premier lieu, par M. Casorati dans un profond travail, inséré aux tomes III et IV des Annales de Tortolini (1860-61). Ces invariants, ou fonctions *inaltérables*, pour employer une expression proposée par l'éminent auteur, ont été, un peu plus tard, de la part de M. Beltrami, l'objet de très-remarquables et très-intéressants développements, tant analytiques que géométriques.

Pour montrer la différence de nature des invariants de MM. Casorati et Beltrami avec les invariants dont il s'agit ici, il suffit de considérer, par exemple, l'expression

$$\frac{dx}{dt} \frac{dy}{ds} - \frac{dx}{ds} \frac{dy}{dt},$$

qui est un invariant, conformément à la définition générale que j'ai adoptée, mais qui n'est nullement une fonction *inaltérable*.

Bien que ce que je viens de dire suffise à mon objet, j'ajouterai, en terminant et à titre de simple renseignement, que les fonctions *inaltérables* ou *absolues* (d'après M. Beltrami) peuvent être considérées comme le point de départ des importantes recherches analytiques fondées à peu près sur le même ordre d'idées, savoir : la transformation en elle-même d'une forme différentielle homogène, et que l'on doit à MM. Christoffel et Lipschitz (Journal de Grelle-Borchardt, tom. LXX, ann. 1869).



DES
COMPARAISONS HISTOTAXIQUES

ET DE LEUR IMPORTANCE

DANS L'ÉTUDE CRITIQUE DES ESPÈCES VÉGÉTALES ,

Par **M. J. DUVAL-JOUVE.**



I

« La connaissance des espèces et de leurs rapports naturels est ce qu'il y a de plus certain, de moins variable et de plus utile dans la Botanique. »

Assurément personne aujourd'hui n'oserait écrire cette proposition, dans laquelle, il y a plus d'un siècle, Lamarck résumait son article *ESPÈCE* du *Dictionnaire encyclopédique*. Mais bien que la notion d'espèce soit loin d'avoir de nos jours un sens rigoureusement déterminé et accepté de tous, il faut cependant s'occuper des espèces, nommer et décrire ce qui nous paraît différent ; car, en définitive, il faut s'entendre et savoir de quoi l'on parle.

Assez généralement on paraît s'accorder à dire de l'espèce, avec A.-L. de Jussieu, qu'elle est l'ensemble des individus qui se ressemblent plus entre eux qu'à tout autre et peuvent donner naissance par génération à des individus semblables à eux¹ ; mais aussitôt après on se divise, et les opinions divergent en trois sens principaux. Les uns, admettant l'évolution incessante

¹ « Species, olim male designata, nunc rectius definitur perennis individuorum similium successio continuata generatione renascentium. » *Gen. plant.*, Introd., p. XIX et aussi p. XXXVII.

des modes sous lesquels se manifeste la vie, voient dans chaque espèce, non un type originairement distinct par une existence propre, mais un degré de la série plus ou moins séparé des autres par les lacunes qui ont pu se produire. D'autres, tout en attribuant aux types spécifiques une diversité originelle, fixe et permanente, les regardent comme pouvant, dans des conditions différentes, subir des modifications d'une importance secondaire. D'autres enfin, s'appuyant sur des idées de métaphysique et de tradition, proclament l'invariabilité *absolue* de types immuables, émanant d'un acte spécial et arrêté qu'ils appellent la création. Or, pour les uns comme pour les autres,

Nomina si nescis, perit et cognitio rerum,

et il est nécessaire de nommer les types divers qui sont l'objet de leurs études. Que pour les derniers il soit indispensable de reconnaître et de déterminer les espèces actuelles, cela est tout d'abord évident ; mais pour les premiers la même nécessité est plus impérieuse encore, puisque, s'il est permis d'espérer que l'on arrivera à constater quelques-uns des degrés de l'évolution vitale, on ne le pourra qu'en décrivant exactement les formes de chaque temps et de chaque lieu, afin de pouvoir reconnaître avec quelque certitude les changements qu'amèneront les temps ou les milieux.

II

Or, jusqu'à ce jour, pour établir les espèces végétales et constater leurs rapports, on ne s'est guère appuyé que sur l'observation des formes extérieures ; c'est là aussi qu'on cherchait les ressemblances qui devaient être transmissibles par descendance. Dans les Traités les plus justement accrédités, je vois que, au sujet des organes sur lesquels on doit chercher les caractères spécifiques, on recommande d'en observer « l'existence, la position, le nombre, la grandeur, la forme, l'usage, la durée, la consistance, la couleur, l'odeur, etc. » (De Cand., *Théor. élém. bot.*, p. 147 et suiv., et 446 et suiv. ; Duchartre, *Élém. bot.*, p. 780 et 781) ; mais nulle part je ne vois indiquer qu'il faille les étudier dans leur structure et la disposition relative de leurs éléments constitutifs ¹.

¹ Cependant A.-L. de Jussieu avait dit : « Plantarum scientia ea est quæ vegetantium na-

Il est cependant permis de se demander si cet examen de la superficie n'est pas trop réduit pour fournir à la *critique spécifique* une base assez solide. La vie et les modifications de la vie ne se manifestent pas qu'à l'intérieur¹, et il semble qu'il doit y avoir quelque intérêt et quelque utilité à rechercher si les modifications de l'organisation intime correspondent aux modifications de la surface et des extrémités. L'étude spécifique serait évidemment incomplète et tronquée, si elle négligeait la description des formes extérieures des végétaux, mais il semble qu'elle demeure tout aussi incomplète quand elle ne pénètre pas dans les détails de leur organisation.

III

L'histologie végétale étudie chacun des tissus élémentaires dans sa composition, son mode d'apparition, ses développements et ses formes successives ; mais, comme l'histologie animale, elle s'arrête à cette étude générale, et ne s'occupe pas de suivre et de comparer les diverses dispositions que prennent entre eux ces tissus pour constituer chaque espèce de végétal. Cette autre étude comparative, si différente de la première et la supposant connue au moins dans ses généralités, est l'*histotaxie* (ἵστος, tissu ; τάξις, ordre, disposition).

Ce nom doit avoir été déjà employé, mais je l'ignore ; et, si quelque botaniste se trouvait ému à l'apparition d'un terme nouveau, je le prierais de vouloir bien croire que ce n'est point une affection personnelle pour un mot de ma façon qui me fait proposer celui-ci. D'une part, j'y suis contraint par nécessité d'abrégier les expressions ; car si, dans chacune des pages qui vont suivre, j'ai souvent besoin de dire qu'il faut comparer les espèces d'après la disposition relative des tissus élémentaires qui les constituent, l'expression

» turam inquirat, id est, organorum in ipsis numerum, *texturam*, actionem. præstantiam.
» situm mutuum aut proprium, figuram, proportionem et reciprocam discrepantiam determinat,
» exinde deducens signa plantis distinguendis ac definiendis idonea. » *Gen. plant.*; Introd.,
p. III. Voir aussi p. xxxiv et xxxv de cette Introduction admirable et trop rarement citée.

¹ Suivant la juste remarque de Goethe, « la surface extérieure des êtres vivants, écorce, » peau ou coquille, appartient de bonne heure à la mort, et c'est dans les profondeurs que la » vie tisse sa trame merveilleuse. » (*Œuvr. d'hist. nat.*; trad. de C.-F. Martins, p. 19.)

simple de *comparaison histotaxique* sera, pour le lecteur comme pour moi, plus rapide et plus commode que l'embarrassante répétition du long membre de phrase qu'elle représente. D'autre part, et c'est mon excuse, si le mot est nouveau, il s'en faut de beaucoup que la chose le soit.

IV

En effet, on a accordé la plus grande importance aux considérations histotaxiques dans l'établissement des principales divisions du règne végétal. C'est sur elles que repose celle des Cryptogames en deux embranchements : les Cryptogames à tissu uniquement cellulaire, et les Cryptogames ayant des vaisseaux ; et, certes, par la disposition des tissus de sa tige, une Fougère s'éloigne d'un phanérogame quelconque au moins autant que par son mode de reproduction et beaucoup plus que par son aspect général. Et encore les Monocotylédons diffèrent des Dicotylédons beaucoup plus par la disposition des éléments anatomiques de leurs tiges que par leurs fruits ou par leurs fleurs ; ce sont là des faits connus de tous. Et, d'un autre côté, les résultats importants auxquels l'étude de la nervation a conduit MM. Ad. Brongniart, Presl, Gaudichaud, etc., dans la détermination des Fougères ; MM. de Buch, d'Ettingshausen, Pokorny, etc., dans celle d'autres plantes ; ceux plus importants encore auxquels l'étude de la structure intérieure des bois fossiles a conduit MM. Costa et Ad. Brongniart¹, reposent sur des études histotaxiques, et auraient dû révéler à tous l'importance des comparaisons de cette nature basées sur l'examen des caractères les plus importants de l'organisation. Il n'y avait qu'un pas à faire pour aller de la comparaison histotaxique des végétaux fossiles à celle des végétaux vivants, pour passer du mode de division des faisceaux fibro-vasculaires en nervures au mode de disposition de ces faisceaux dans les pétioles ou dans les tiges ; les comparaisons histotaxiques étaient aussi légitimes dans un cas que dans l'autre, et cependant elles ont été, à quelques rares exceptions près, laissées de côté dans l'étude critique des espèces vivantes. Presl, Mettenius et

¹ *Observations sur la structure intérieure du Sigillaria elegans, comparée à celle des Lepidodendron et des Stigmaria et à celle des végétaux vivants*, 1839 ; Annales du Muséum.

M. Fée ont bien donné quelques coupes de pétioles de Fougères; M. Milde a bien dit : « *Sine examine microscopico nulla scientia Equisetorum* » (*Fil. Europ.*, p. 213; 1867), après avoir très-bien mis ce principe en pratique; comme moi-même, s'il m'est permis de me citer, j'avais essayé de le faire en 1856 sur les Fougères de France, et en 1861 sur les *Equisetum*; mais ces essais d'application de l'histotaxie à la détermination des plantes vivantes sont restés isolés, et la pratique ne s'en est pas répandue dans ce que j'appellerais volontiers le *grand public* de la botanique.

V

Ce n'est pas pourtant qu'il soit plus long ou plus difficile de faire une coupe de feuille ou de tige que de disséquer une petite fleur, de regarder dans un microscope qu'à travers une loupe, ni que le prix actuel d'un bon microscope, suffisant pour ces études, soit tel qu'il rende cet instrument inaccessible. Il faut donc qu'il y ait d'autres causes. Je crois les trouver, pour une part, dans la trop faible diffusion des Recueils contenant les travaux qui auraient pu faire comprendre la valeur des comparaisons histotaxiques dans l'étude critique des espèces, et, pour une plus grande part, dans l'influence que Linné et De Candolle ont exercée et exercent encore sur presque tous les floristes français.

Linné n'a guère consacré qu'une ligne pour recommander l'usage du microscope (ou plutôt de la loupe ?) dans l'étude *des parties de la fructification* (*Phil. bot.*, § 192)¹, et cette autre ligne pour recommander l'étude des plus petites parties : « *Minimis partibus, per totum naturæ campum, certitudo omnis innititur; quas qui fugit, pariter naturam fugit.* » (*Phil. bot.*, § 280), mais il n'a pas dit un mot de l'étude des tissus, ni *a fortiori* des comparaisons de leur disposition. Il n'est donc pas étonnant que la recommandation précédente, comme échappée à Linné, ait été éclipsée par ces axiomes qu'il décore d'imposantes capitales : FOLIA ELEGANTISSIMAS, » NATURALISSIMAS differentias exhibent » (o, c., § 277). DIFFERENTIA OMNIS e

¹ J. Ray avait formellement condamné l'emploi du microscope dans l'étude des caractères des végétaux. (*Meth. plant.*; reg^a III^a).

» *Numero, Figura, Proportione et Situ* variarum plantarum partium
» NECESSARIO desumatur » (o. c., § 282).

D'autre part, De Candolle, comparant la zoologie et la botanique, dit expressément : « Puisque tous les organes essentiels des animaux sont placés » à l'intérieur, l'anatomie doit jouer le rôle le plus important dans la zoologie, » tandis qu'elle ne peut avoir à beaucoup près la même importance dans » l'étude des végétaux, où les organes les plus essentiels sont à l'extérieur (*Théor. él. bot.*; p. 17 ; 1819). Plus tard, le même auteur ouvrait son *Organographie végétale* par cette affirmation malheureuse : « La texture intime » des végétaux, vue aux plus forts microscopes, offre peu de diversité. Les » plantes les plus disparates par leurs formes extérieures se ressemblent à » l'intérieur à un degré vraiment extraordinaire » (o. c. p. 5). Et quelques lignes plus loin, après cette autre proposition : « L'anatomie des végétaux » est encore, sur les points les plus fondamentaux, d'une incertitude désespé- » rante pour les amis de la vérité » (o. c. p. 7), viennent, sur les *illusions microscopiques*, des plaintes et des conseils bien peu faits pour pousser à l'emploi des comparaisons microscopiques toute cette génération de botanistes français pour lesquels les doctrines de De Candolle étaient, avec juste raison, une si haute autorité. Ainsi, pour citer un exemple, Palisot de Beauvois s'est exprimé dans son *Agrostographie*, p. viii, de manière à faire croire à une uniformité absolue dans l'organisation du chaume, dans celle des feuilles et dans celle des rhizomes des Graminées, où les détails de structure offrent au contraire, d'espèce à espèce, la plus étonnante diversité¹. Et pourtant, cet auteur était plus exercé au maniement du microscope qu'on ne l'était généralement à son époque, où cet instrument coûtait encore cher.

Mais aujourd'hui l'usage du microscope s'est répandu et presque même vulgarisé, et cependant les comparaisons histotaxiques ne prennent pas cours dans la détermination critique des végétaux vasculaires. Une cause de ce retard se trouve peut-être encore dans ce que nos savants micrographes, exclusivement occupés d'histologie, semblent dédaigner l'étude des espèces;

¹ Voir des exemples de cette diversité dans mon *Mémoire sur les Agropyrum de l'Hérault*, p. 312 à 343 et pl. xvi, fig. 1-14; xvii, fig. 1-17; xviii fig. 1-16, et xix fig. 1-20.

ils ont pourtant besoin de savoir et d'indiquer exactement à quelle plante appartiennent les tissus observés.

VI

Il me semble que la vraie voie n'est pas dans l'exclusion, mais plutôt dans la réunion et le concours des deux ordres d'étude. Il me semble que, dans la spécification sérieuse et critique, il ne faut pas oublier que les plantes sont des êtres organisés, et qu'il y aurait lieu de tenir quelque compte de leur mode d'organisation. A mon avis, c'est se tromper étrangement que croire différencier scientifiquement deux espèces voisines en se bornant à constater que sur l'une les dents des feuilles sont simples, et sur l'autre quelquefois dentelées, les sépales seulement aigus sur l'une, sur l'autre un peu acuminés, sans examiner si au-dessous de ces variations, qui peuvent être locales et accidentelles, il y a identité d'organisation. Toujours regarder et toujours comparer l'extérieur de plantes desséchées, comme si elles n'avaient pas d'organes et n'avaient pas vécu, c'est un peu trop ressembler aux commis de magasin qui différencient leurs châles ou leurs dentelles d'après les nuances ou d'après la grandeur des mailles et la longueur des franges, sans jamais songer au mécanisme de la fabrication. Non, la nature ne donne point à ce prix la vérité et la science; et ce qu'elle ne donne point volontairement, il faut, disait Bacon, le lui arracher avec des vis et des leviers; il faut ici couper, disséquer et aller aux entrailles. Les minéralogistes ne se bornent pas à regarder l'extérieur des cristaux; et les zoologistes (à l'exception peut-être de quelques amateurs d'insectes), les zoologistes, pour établir une espèce vraiment distincte, ou montrer les rapports d'un type éteint avec un type actuel, n'examinent ni la longueur des poils, ni les taches de la peau, mais bien la relation des pièces du squelette, l'insertion des muscles, le développement des apophyses, en un mot l'organisation. C'est ce qu'a fait M. W. Schimper, dans son savant *Traité de paléontologie végétale*, pour montrer les rapports des *Calamites* et des *Equisetum*; et c'est ce qu'il faut faire dans tous les cas douteux, pour arriver à une véritable et sérieuse connaissance des espèces.

Ces idées, à l'état de simple présomption, me portèrent, en 1855, à

rechercher si nos Fougères françaises présentent, dans le mode d'agencement de leurs tissus, des différences d'espèce à espèce. Très-imparfaite et trop souvent interrompue, cette première étude rendit cependant évident pour moi, d'une part, que la constatation de l'identité dans la structure interne est une puissante raison pour conclure à l'identité du type, malgré quelques apparences de différence dans les parties superficielles et terminales soumises directement aux influences des agents extérieurs; d'autre part, que la concordance entre les différences externes et les différences anatomiques nous indique des types distincts. — Ce principe fut formulé par moi en 1862, dans les termes suivants :

« 1° Quand deux espèces, si voisines qu'elles soient, sont bien distinctes, aux différences saillantes de leur ensemble extérieur correspondent des différences réelles dans les détails de leur organisation intime ;

» 2° Si, dans l'ensemble de leur aspect et dans leur constitution intime, deux plantes se ressemblent, et que leurs différences ne soient qu'à la surface et ne consistent qu'en des modifications de parties secondaires, en développements ou arrêts d'une ou plusieurs de ces parties, il n'y a, sous cette unité d'ensemble et de constitution, et malgré cette différence dans quelques détails, qu'une seule espèce, qu'un seul et même type modifié par des circonstances extérieures, quelquefois appréciables, souvent encore inconnues » (in Billot, *Ann. fl. Fr. et All.*, p. 266). Et c'est dans les mêmes termes que je le maintiens ici, voulant, après seize ans d'observations nouvelles et de contrôle incessant, l'affirmer de nouveau pour le soumettre directement à l'examen des compétents.

Mais avant d'exposer ce que je pense de la légitimité et des avantages scientifiques qu'à mon avis offrirait son application, je dois entrer dans quelques détails à l'effet de prémunir contre certaines idées qu'on pourrait à tort se faire des comparaisons histotaxiques et des difficultés que ce procédé peut présenter dans l'application.

VII

Tout d'abord et avant tout, je prie instamment qu'on veuille bien remarquer que, dans ma pensée, il n'est point du tout question de substituer systématiquement, pour la détermination des espèces, l'examen microscopi-

que des tissus aux indices fournis par les caractères extérieurs et apparents. Vouloir spécifier les plantes uniquement d'après les combinaisons que présentent leurs organes élémentaires, serait une prétention absurde, que je repousse de toutes mes forces, attendu que ce serait méconnaître les rapports les plus naturels, ceux que fournissent les organes de reproduction, les enveloppes florales, les feuilles, l'ensemble de la plante et le reste. Mais dans certains cas où l'on risque de rester en état de doute, on peut et, à mon avis, on doit avoir recours à l'examen des tissus constitutifs. Ainsi, dans le cours ordinaire du commerce et des relations financières, on accepte la monnaie et on en détermine la valeur sur la simple vue de la forme et de l'effigie : a-t-on quelques doutes, on la pèse ; des doutes plus forts, on la coupe et on l'analyse.

VIII

Il ne faut point confondre les études histologiques et les comparaisons histotaxiques. Elles ont un point commun : l'étude des tissus ; mais c'est là tout, et, pour le reste, elles sont distinctes et doivent le demeurer. L'histologie étudie chaque tissu *isolément*, dans sa conformation, dans sa composition, et cela depuis son apparition jusqu'à ses dernières transformations. Je dis *isolément*, en ce sens que si elle étudie aujourd'hui la composition et le développement des stomates, elle ne se préoccupe point de savoir si, dans la partie qui porte ces stomates, il y a des trachées, et réciproquement. L'histotaxie étudiée, au contraire, la disposition relative des tissus dont l'ensemble constitue une partie déterminée du végétal ; elle suppose assez de connaissance en histologie pour parvenir à distinguer sur des coupes transversales ou longitudinales les divers tissus, vaisseaux, fibres, cellules médullaires et autres. Des comparaisons histologiques suivraient les modifications de chacun de ces éléments dans diverses familles ou divers groupes ; les comparaisons histotaxiques suivent seulement les divers modes de groupement des mêmes tissus, soit dans diverses familles, soit dans diverses tribus, soit enfin dans des espèces congénères.

Un exemple achèvera de faire comprendre ma pensée. Soit à étudier le *Pteris aquilina* L. — L'histologie, après avoir distingué les divers tissus qui composent le rhizome, les pétioles, les frondes et les organes de reproduc-

tion, déterminera la composition et suivra le développement des vaisseaux scalaires, des trachées, des fibres colorées, du tissu cellulaire incolore, rendra compte de leurs apparences, etc., mais sans s'occuper du mode de répartition de ces divers tissus dans chaque région du végétal, ni de savoir si les dessins qu'ils offrent sur les coupes ressemblent à ceux que les tissus analogues forment sur celles de *Osmunda regalis* L. Et si elle vient à comparer les tissus des deux Fougères, ce sera pour déterminer non la place relative de chaque sorte de tissu, mais les différences de leur constitution, ainsi que l'a fait Schacht (*Pflanzenzelle*, p. 264, 282, etc.). — Dans les comparaisons histotaxiques, au contraire, ce dont on se préoccupe, c'est de savoir comment sont disposés, dans chacune des Fougères précitées, chacun de ses tissus relativement aux autres, et ce, dans chacune des grandes régions de la plante, à des points rigoureusement déterminés *et toujours les mêmes pour les plantes comparées*. Ainsi on trouvera que, vers le milieu du pétiole du *Pteris aquilina*, les tissus colorés sont disposés de manière à rappeler sur une coupe transversale la figure tant de fois citée de l'aigle à double tête, et, sur la même région de *Osmunda regalis*, un simple anneau ouvert en avant. Assurément, dans chacun des détails de leur composition, vaisseaux, fibres et cellules diffèrent d'une plante à l'autre, mais les comparaisons histotaxiques n'ont pas, dans les cas ordinaires, à pousser jusque-là. De même un anatomiste constatera la différence des surfaces articulaires du maxillaire inférieur sur un Chien et sur un Mouton, sans se préoccuper des différences que peuvent présenter les cellules osseuses ou cartilagineuses qui constituent les surfaces articulaires de ces mêmes vertèbres. Si je l'osais, je dirais que l'histotaxie est de la grosse anatomie où l'on ne considère que la disposition des éléments entre eux, et que l'histologie est de l'anatomie délicate et extrême où l'on va jusqu'à l'analyse des éléments eux-mêmes.

Étendre les comparaisons histotaxiques jusqu'aux détails des éléments eux-mêmes, serait peut-être s'exposer à ne plus trouver que des différences infimes, subtiles, peu facilement appréciables, et à justifier ainsi les expressions précitées de De Candolle sur la ressemblance des plantes à l'intérieur. Cependant je dois dire que, bien que j'aie étudié un grand nombre de tissus, je n'ai nulle part trouvé identité, et que, par exemple, dans les *Equisetum*, il n'y a pas un seul élément, quel qu'il soit, cellules de l'épiderme ou du

parenchyme, fibres, vaisseaux ponctués ou annulaires, qui se ressemblent identiquement d'une espèce à l'autre. Mais il n'y a vraiment pas utilité et le plus souvent il y aurait perte de temps à aller jusque-là. Dans la plupart des cas, il suffit de s'en tenir à la distinction des tissus et aux connaissances générales qu'elle suppose en histologie.

Cependant il faut avoir poussé cette dernière étude assez loin pour être à même de reconnaître les modifications ou, si l'on veut, les transformations mêmes que subissent les tissus avec l'âge, les résorptions qui s'opèrent, les lacunes qui se creusent, afin de ne pas être exposé à comparer un état qui est encore et qui bientôt ne sera plus, avec l'état suivant ou l'état antécédent. De même qu'il y a dans les animaux très-jeunes des organes provisoires et disparaissant plus tard, tels que le Corps de Wolff, le Thymus, etc., il y a dans les végétaux bon nombre d'organes élémentaires qui sont résorbés, ou qui se dessèchent, se contractent et enfin meurent pendant la vie du végétal. Des observations incomplètes, sur des faits de cette sorte, peuvent conduire à des erreurs dont voici un exemple : La moelle à cellules irradiantes du *Juncus inflexus* L. meurt de très-bonne heure et presque aussitôt après son évolution ; ses cellules se dessèchent, se contractent et se séparent de diverses manières. Tantôt, c'est le cas le plus ordinaire, les cellules se contractent dans le sens vertical et se séparent en formant de petits diaphragmes ; sur d'autres touffes, ou vers la base des tiges d'une même touffe, le retrait des cellules se fait, non plus dans le sens vertical, mais de la périphérie vers le centre et plus particulièrement entre les faisceaux fibro-vasculaires les plus intérieurs. La moelle paraît alors continue dans le sens de la longueur, mais son retrait a déterminé un second cercle de lacunes longitudinales. Or, cette modification dans le retrait, qui se montre plus ou moins fréquente partout où le *J. inflexus* croît en quantité, a fait prendre les individus qui la présentent pour une espèce distincte *J. equisetosus* Dum. (*Bull. Soc. bot. belg.*, tom. VII, 364 et 365). Ainsi, chercher des caractères distinctifs, non plus dans l'agencement et la disposition relative des tissus constitutifs, mais dans les modifications ultérieures que peut subir accidentellement un de ces tissus, c'est s'exposer aux plus graves méprises, comme ferait celui qui, trouvant le Thymus près de la bifurcation des bronches d'un veau et ne le voyant pas dans un taureau,

établirait deux espèces distinctes : c'est méconnaître la nature des comparaisons histotaxiques, et par suite leur valeur en matière de spécification.

Sur ce point, sans entrer dans les détails, le plus sûr est de ne faire ces comparaisons que sur des sujets arrivés au même degré de développement, par exemple, au moment de l'anthèse, où le végétal est dans toute sa force, et sur des régions rigoureusement identiques. La prudence exige aussi que l'on opère des coupes sur des sujets très-robustes, sur des moyens et des faibles, afin de bien vérifier la valeur de la coupe moyenne prise pour terme de comparaison. La comparaison de coupes faites à divers âges aurait — mais à un autre point de vue — un excellent résultat, celui de faire voir l'ordre d'apparition et les modifications successives des divers tissus. Ce sont de semblables comparaisons qui m'ont permis de reconnaître à quelle époque et comment les tissus corticaux se développent sur les *Salicornia*, après la chute de la partie décurrente des feuilles. (*Bull. Soc. bot. de France*, tom. XV, p. 132 et suiv.)

Les études histologiques, allant non-seulement jusqu'aux tissus, mais jusqu'aux éléments des tissus, appellent à leur secours l'emploi des réactifs pour reconnaître la nature, soit du contenu des cellules, soit de chacune des membranes qui peuvent les constituer. Les études histotaxiques n'ont point à aller jusque-là ; dans le plus grand nombre des cas, pour ne pas dire toujours, elles peuvent se réduire à des coupes transversales et longitudinales. Et encore, trois fois sur quatre, les premières suffisent. Mais il faut *absolument* que ces coupes donnent des *tranches microscopiques*, c'est-à-dire d'une minceur telle qu'elles puissent être nettement étudiées au microscope. Elles ne peuvent pas être réduites à des coupes transversales épaisses, non transparentes, suffisantes pour l'emploi de la loupe, comme, par exemple, celles que M. L. Reichenbach donne des feuilles de *Crocus* (*Deutschl. Flor.*, tab. CCCLV-CCCLXI), ou celles que Mutel a données de quelques fruits d'Ombellifères (*Fl. fr.*, tab. XX-XXV). Sans prétendre faire fi de ces coupes, qui ont déjà le grand avantage de donner une idée nette des contours et quelquefois d'inspirer l'envie d'aller plus loin, je dis qu'elles sont complètement insuffisantes, et que ce serait se méprendre tout à fait que de les croire propres à servir à des comparaisons histotaxiques. Pour cela, encore une fois, il faut de vraies coupes de mi-

crographie, aboutissant à des tranches assez minces et assez transparentes pour que la nature de chaque tissu élémentaire soit nettement reconnaissable: les cellules avec leurs parois minces ou épaisses, les fibres avec leurs canalicules, les vaisseaux avec leurs formes et leurs ornements si variables, etc.

IX

Mais de là même surgit une objection que quelques amis m'ont faite ; la voici :

« Un microscope, avec ses accessoires, coûte cher ; des coupes fines et délicates sont difficiles à opérer, et on n'y parvient qu'avec des microtomes d'un prix très-élevé, ou en perdant beaucoup de temps à des essais infructueux. De plus, il faut fixer par le dessin ou par des préparations les résultats obtenus. »

L'objection, je l'espère, n'est pas atténuée. Eh bien ! fût-elle fondée, je répondrais encore qu'elle n'est pas valable, parce que, si le procédé était bon et sûr, l'acquisition de la vérité vaudrait bien la peine qu'on se donnerait. Mais heureusement elle ne l'est pas. Je reconnais pourtant qu'il faut savoir un peu dessiner, au moins assez pour calquer exactement un dessin sur un autre. Le dessin est en somme la langue des formes ; celui qui ne dessine pas un peu ne sait pas lire et interpréter le dessin des autres. Le dessin n'est donc pas nécessaire seulement pour les comparaisons histologiques ; et ce point de l'objection, étant commun à toute étude sérieuse des sciences naturelles, est à mettre de côté. Des autres, pas un n'est vrai ; et l'objection n'a de valeur que pour ceux qui de parti pris ne veulent pas se servir du microscope. Aujourd'hui on trouve chez les premiers constructeurs de Paris, au prix de 70 francs, des microscopes amplement suffisants et avec leurs accessoires ! Cependant il faut y ajouter de bons rasoirs et une pierre à aiguiser, ainsi qu'une chambre claire (25 fr.) ; de sorte qu'en somme pour 100 francs on a tout ce qu'il faut, et amplement.

Mais le microtome, mais les coupes, mais la conservation de ces coupes ? Tout cela, c'est la mer à boire ! — En aucune façon : un microtome n'est

nullement nécessaire¹, et des coupes d'une épaisseur un peu inégale sont souvent plus favorables à l'observation. Une parfaite régularité n'est désirable que pour le coup d'œil des préparations destinées à la vente. Ce qu'il faut, c'est un rasoir coupant dans la perfection ; des bâtons de moelle de sureau pour maintenir en position l'objet à couper et pour soutenir la lame tranchante ; un peu de patience les premiers jours et beaucoup de persévérance. Pour la conservation des préparations, si on y tient, le premier vitrier venu fournira des lames de verre blanc (3 pour un sou) ; tous les opticiens ont des lamelles à couvrir, tous les droguistes du bitume de Judée qu'on pulvérise et dissout dans l'essence de térébenthine, et cinq minutes suffisent pour disposer la préparation avec quelques gouttes de glycérine ou d'une solution très-étendue de chlorure de calcium. Mais, sur ce point, il sera bon de se renseigner par la lecture d'un des nombreux ouvrages qui traitent de l'usage du microscope et des préparations. Je n'ai à reproduire ici, ni les détails qu'on y trouve, ni ceux que m'a fait connaître mon expérience personnelle. Et, pour m'excuser de la longueur de ce qui précède, je citerai cette parole des auteurs de l'objection, qui, d'abord effrayés à l'idée d'études et de préparations microscopiques, m'ont dit plus tard : « Si nous avions cru que ce procédé de critique spécifique fût si facile, il y a longtemps que nous l'aurions employé. »

X

Revenons maintenant à l'exposition de notre principe.

Il y a dans tout végétal, comme dans tout être vivant, deux ordres de caractères :

Les uns extérieurs, consistant en modifications superficielles, dimensions relatives de l'ensemble ou des parties, détails des contours et des extrémités, vestimentum, couleur, etc. ;

Les autres intérieurs, qui sont l'organisation elle-même et que l'on peut constater dans la disposition des éléments anatomiques.

¹ Si on voulait absolument un microtome, on s'en procurerait un très-suffisant pour le prix de 25 fr. (Voir *Bull. Soc. bot. Fr.*, tom. XV, p. 31.)

Les premiers, accidentels, changent ou peuvent changer, sous l'influence des milieux, comme le simple bon sens nous l'indique et comme l'expérience le confirme.

Les seconds sont constants et permanents au-dessous des variations de la surface, ainsi que l'observation le constate.

Chercher dans les caractères extérieurs le critérium de la détermination spécifique, c'est s'exposer à faire autant de types qu'il y a de variations possibles dans les formes et les contours des extrémités ; c'est user son intelligence à suivre des apparences sans persistance, et fatiguer sa mémoire à retenir cette multiplicité de formes à peine saisissables, souvent presque individuelles ou locales. Une semblable étude, continuée avec persévérance, ne peut aboutir qu'à la création d'un nombre infini d'espèces ayant toutes même valeur, sans limites possibles, car de nouvelles recherches, faites en d'autres régions, feront rencontrer de nouvelles combinaisons de caractères extérieurs, dues à d'autres combinaisons d'action. Nous savons, en effet, que tous ces caractères, ou plutôt que toutes ces nuances varient, encore que nous ne soyons pas toujours à même de rendre un compte exact des circonstances qui amènent ces variations. De là, pour résultat final, constatation sempiternelle de faits individuels et particuliers, absence de toute vérité générale, c'est-à-dire négation de toute science ; car il n'y a pas de science de ce qui est passager et individuel.

Que si, au contraire, on s'attaque à la disposition des éléments de l'organisme, on arrive de suite à ce qui est essentiel et nécessaire. Car, s'il n'est ni essentiel ni nécessaire qu'une plante ait quelques poils de plus ou de moins, ou une ramification plus ou moins divariquée, il l'est qu'elle possède un organisme déterminé, qui la fait être ce qu'elle est. C'est là qu'est l'identité ; c'est là qu'est le principe de la permanence. Dans l'organisation des parties pour l'accomplissement des actes déterminés de la vie, tous les phénomènes sont générateurs les uns des autres. La forme des premiers développements de l'embryon est, d'une part, la conséquence des lois organiques et de la constitution du végétal producteur, et, de l'autre, la condition nécessaire de l'apparition et des formes des développements qui suivent ; et cela d'élément à élément, de tissu à tissu, d'organe à organe et d'appareil à appareil. D'où résulte la formation d'un tout, d'une unité végé-

tale dont les composants, inévitablement solidaires, assurent l'identité fondamentale, en rattachant l'antécédent à ce qui suivra. C'est dans cette organisation que se trouve le maintien de la forme spécifique dans l'espace comme dans le temps : c'est là qu'il faut surtout aller la chercher et non pas seulement dans les parties extérieures, dans l'enveloppe de cet organisme soumise à des influences de milieu qui la modifient de toute façon, tant qu'elles demeurent compatibles avec la permanence de l'intégrité de la composition organique, et jusqu'au point où la vie, c'est-à-dire la fonction de l'organisme, cesserait d'être possible. En remontant des appareils aux organes et aux tissus élémentaires, ce qui reste de plus invariable c'est la disposition de ces derniers. C'est donc à elle qu'il faut demander des caractères constants.

Ces recherches faites comparativement sur des espèces voisines, mais réellement distinctes, nous les montrent différant en tout, à l'intérieur comme à l'extérieur, très-peu sans doute, puisque ce sont des organisations très-ressemblantes, et probablement des écarts, aujourd'hui arrêtés, d'un même type, mais enfin avec des différences internes correspondant aux différences externes. Sur d'autres plantes, au contraire, les variations actuelles semblent conduire à des écarts plus considérables, tandis qu'au-dessous l'organisation essentielle reste identique.

Je citerai comme exemple du premier cas les *Juncus conglomeratus* L. et *effusus* L.; certes, ce sont deux espèces voisines, mais tout en elles diffère : cellules médullaires ; constitution et agencement des faisceaux fibro-vasculaires ; place des lacunes ; cellules de l'épiderme, etc. En comparant les parties élémentaires, on constate des différences tout aussi réelles et plus marquées encore que celles qu'on indique sur les capsules, les divisions du périanthe et autres parties externes de chaque plante. Ce sont donc pour nous des espèces légitimement distinctes.

Un exemple du cas opposé se trouve dans le *Juncus bufonius* L.; espèce polymorphe s'il y en a, et qui, par ses tiges droites, ascendantes ou étalées, par ses fleurs espacées ou rapprochées, isolées ou fasciculées, par les divisions du périanthe plus courtes que les capsules, ou les égalant, ou les dépassant jusqu'au-delà du double, etc., semble épuiser tous les modes possibles de variabilité. Or, sous toutes ces variations, parmi lesquelles il y en a qui

s'écartent plus les unes des autres que le *J. effusus* du *J. conglomeratus*, l'organisation intime, manifestée dans la composition et le groupement des éléments anatomiques, reste la même. Elle est immuable en sa disposition générale comme en ses détails, et détermine cette forme propre et spécifique qui commande de ne reconnaître, au-dessous de toutes ces variations, qu'un seul type, le *J. bufonius*.

Mais ce n'est pas tout. Une fois que, par les comparaisons histotaxiques, ce puissant moyen de contrôle, on est arrivé à se fixer sur le type fondamental et toujours identique, on peut rechercher ce que sont les variations dans un genre donné, et si celles que présentent les espèces de ce même genre ont de l'analogie entre elles. Or, l'on ne tarde pas à reconnaître que, dans la plupart des espèces d'un même genre, certaines variations se reproduisent parallèlement d'une espèce à l'autre. Ainsi, pour reprendre l'exemple cité, chacun des *J. conglomeratus* et *effusus* se présente, soit avec une anthèle ample et étalée, soit avec une anthèle réduite et conglomérée¹; mais au-dessous de ces variations persiste l'identité organique. C'est ce que l'observation nous montre; c'est ce que le raisonnement aurait forcé de conclure *à priori*, en nous indiquant que sur des espèces voisines, l'action des mêmes circonstances doit produire des effets analogues, bien que nous ne puissions pas toujours reconnaître quel ensemble d'influences a produit telle modification. Dans d'autres cas, ces influences nous sont connues, comme, par exemple, celle que le voisinage de la mer et des étangs salés exerce dans le sens du développement sur un très-grand nombre d'espèces et dans un sens opposé sur beaucoup d'autres. Pour ces faits, je ne puis que renvoyer aux considérations qu'en 1865 j'ai soumises à mes confrères de la Société botanique de France, sous le titre de *Variations parallèles des types congénères* (Voir *Bull. Soc. bot. Fr.*, tom. XII, p. 196 et suiv.; et aussi le Mémoire de M. Franchet sur les *Variations parallèles des Verbascum*, tom. XVI, p. 38 et suiv.).

¹ C'est ce qui explique les réunions et les distinctions successives de ces deux espèces. Il n'est pas fréquent de les trouver toutes deux dans une même région; alors, là où ne se trouve que le *J. effusus*, les formes à panicule conglomérée sont prises pour le *J. conglomeratus*, et réciproquement. La distinction n'est bien apparente que quand on peut voir, comme en Alsace, les deux espèces et toutes leurs variations vivant à côté les unes des autres.

Indépendamment du parallélisme qui se montre dans les variations des espèces d'un même genre, il en est un autre que l'on peut constater sur les espèces qui, appartenant à un genre quelconque, ont un même mode de propagation. Les espèces annuelles ne subissent pas les mêmes variations que les espèces vivaces; et parmi ces dernières, celles qui se propagent par rhizomes ont d'autres variations que celles qui se propagent par stolons. Les plantes amphibies ont aussi des variations à elles propres et qui se retrouvent parallèlement sur des espèces de genres très-éloignés. Et ainsi, au *parallélisme des variations sur les types congénères* s'ajoute le *parallélisme des variations sur les types à propagation similaire*. La constatation de l'un et de l'autre suppose la possibilité de constater avec certitude la permanence de l'organisation fondamentale au-dessous des variations incessantes.

L'étude détaillée et comparative de la disposition des organes élémentaires aura donc pour premier résultat, direct et assuré, une distinction claire de ce qui est constant et de ce qui est variable dans chaque espèce, et du rapport des variations entre elles; ce qui revient à dire qu'elle nous donnera une conception plus juste de la distinction des espèces, de leur rapport et de leur subordination. Ce ne sont que des détails, à la vérité; mais, comme les grains de sable du ciment, ils unissent les pièces du grand édifice: « *Parva quidem, disait Quintilien, sed sine quibus magna non possent consistere.* »

Ajoutons incidemment que la même étude pourra bien aussi conduire à un autre résultat, moins direct, mais plus important: à la rectification de certains principes acceptés comme lois, après avoir été, ce qui est presque inévitable au début, formulés en généralisant trop vite quelques cas particuliers. Ainsi, des études analogues faites sur les *Equisetum*, les *Juncus* et les *Pinus*, ont conduit à reconnaître que l'appareil stomatique ne se compose pas toujours de deux cellules seulement; d'autres, portant sur les Fougères, ont fait constater que le mode de formation des stomates bicellulaires n'est pas non plus exactement le même dans toutes les plantes.

Évidemment la seule comparaison de l'extérieur ne peut, nous l'avons vu plus haut, aboutir à de pareils résultats; et ce contraste entre les résultats ferait déjà à lui seul préjuger la valeur de chacun des deux procédés.

XI

Pour bien faire comprendre les services que rendrait *actuellement* l'emploi des comparaisons histotaxiques dans la circonscription des espèces critiques, je dois entrer dans quelques détails sur l'état actuel de cette partie de la botanique, particulièrement en France.

« Dans ces dernières années, dit M. Duchartre, les botanistes se sont » divisés d'après deux manières de voir et de procéder : les uns n'admettant » comme espèces que des formes tranchées et nettement caractérisées, les » autres élevant au rang de types spécifiques des modifications même légères » auxquelles ils ont cru reconnaître des caractères suffisamment fixes. Il en » est résulté que tel type qui constitue une seule espèce pour les premiers, » est démembré par les derniers en un nombre considérable de types quali- » fiés par eux de spécifiques..... Si la méthode du morcellement des types » regardés auparavant comme uniques a pu déterminer quelquefois une étude » plus attentive de certains d'entre eux, par une triste compensation elle » tend à faire de la détermination des plantes une œuvre à peu près impos- » sible sans le secours d'échantillons types, et par cela même à rendre la » botanique systématique inabordable. » (*Él. bot.*, p. 773.)

Telle est exactement la situation actuelle; elle est aujourd'hui plus prononcée que jamais, mais elle n'est pas nouvelle, car il y a presque un siècle que Lamarck disait déjà : « Au lieu de chercher à distinguer les espèces par » des *caractères tranchants, toujours confirmés par la constance dans la » reproduction, et sans jamais employer le PLUS ou le MOINS*, presque tous les » botanistes à présent multiplient infiniment les espèces aux dépens de leurs » variétés; ils ne connaissent plus de bornes à ce désir de créer de nouveaux » êtres; la moindre nuance dans la grandeur, dans la couleur ou dans la » consistance de deux individus leur suffit pour former deux espèces parti- » culières. » (*Fl. fr.*, 1^{re} éd., 1778; I, p. 26.)

XII

Linné, décrivant toutes les espèces des trois règnes, avait dû le faire à grands traits; et pourtant ce qui surprend le plus est la rare perspicacité

avec laquelle ce classificateur incomparable avait établi ses types. Mais enfin, dans les ouvrages de Linné, comme dans les grands travaux de monographie et de récapitulation qui les suivirent, par effet de la précipitation ou du manque de matériaux, l'analyse de plusieurs espèces végétales était imparfaite et leur circonscription trop vaguement déterminée. Si quelques-unes étaient à réunir, d'autres en plus grand nombre étaient réellement à diviser. Mais, comme,

De tous les animaux, l'homme a le plus de pente
A se jeter dedans l'excès,

on ne se borna pas à diviser ce que des observations plus exactes commandaient de séparer; une fois à l'œuvre, de la moindre différence on fit un type. Les multiplicateurs formèrent bientôt une école ayant toute l'ardeur de la jeunesse, proclamant ses principes à grand bruit, produisant et par là excitant à produire, constatant avec art les différences les plus délicates, apprenant souvent et quelquefois forçant à y regarder de plus près, à sortir des caractères vagues et sans précision, et à ne plus s'arrêter aux distinctions spécifiques un peu trop primitives d'un assez bon nombre d'espèces linnéennes, enfin enrichissant notre flore de quelques espèces vraiment bonnes et légitimes. Tout cela pendant que l'ancienne école, dans la majesté de son droit, se bornait au rôle passif et ingrat de la résistance, de l'immobilité et de la négation, sans indiquer une voie à suivre à ceux qui avaient envie de marcher et soif de nouveau. Elle faisait bien entendre quelques protestations, en affirmant que les espèces nouvelles n'en étaient pas; elle dirigeait bien ses railleries contre les créateurs d'espèces obtenues par morcellement, démembrement, émiettement, trituration et pulvérisation des anciens types; elle employait bien une douce ironie pour reprocher aux imitateurs le désir vaniteux de créer des espèces, mais en oubliant que l'activité des collecteurs et des travailleurs était excitée par les travaux nouveaux et qu'elle-même ne fournissait aucun élément à ce besoin de nouveauté. Elle reprochait aux multiplicateurs de tout embrouiller par un déluge de noms nouveaux impossibles à retenir, sans remarquer suffisamment, comme on le lui a dit, que ce reproche était puéril, attendu que, étant admis que les formes diverses ont à être décrites, comparées et appré-

ciées dans leurs rapports, il faut bien, pour s'entendre, donner des noms distincts, sauf à choisir un mode convenable de nomenclature. Mais elle ne l'indiquait pas. En tout, elle censurait et critiquait le mouvement des autres, mais elle ne marchait pas ; elle ne se réformait pas elle-même. En un mot, elle affirmait sa valeur, mais elle manquait d'un principe de preuve.

Or, il nous semble qu'elle le trouverait dans l'emploi des comparaisons histotaxiques. Il y aurait là une voie nouvelle à parcourir et à explorer, une carrière ouverte à de nouveaux travaux ; et certes, dans la route et l'exploration, il y aurait chances nombreuses, nous l'avons déjà vu, de rencontrer des faits très-intéressants et matière à de précieuses observations sur les éléments organiques. Ce qui est plus certain, c'est qu'il y aurait là un puissant moyen de contrôle, et, comme il est juste de dire, avec M. Duchartre, « qu'on peut déclarer botaniste incomplet celui qui, n'ayant étudié que les » formes des végétaux, n'a jamais pénétré dans les détails de leur vie ni de » leur organisation » (*Él. bot.*, p. 762), de même je ne crains pas de déclarer espèce incomplètement établie toute espèce critique qui ne l'a été que sur les formes extérieures et sans examen de ses éléments organiques.

Comme cette école n'aurait que grand profit à adopter ce moyen de contrôle, et qu'elle ne peut avoir aucun intérêt à ne pas le faire, nous n'insisterons pas.

XIII

Mais comme les comparaisons histotaxiques auront inévitablement pour effet la réduction d'un certain nombre des espèces nouvelles établies aux dépens des anciens types, elles auront contre elles tous les multiplicateurs. Or, ils sont nombreux. Il y a d'abord les chefs qui agissent en suite de principes arrêtés et proclamés ; puis les imitateurs, *servum pecus*, qui exagèrent, s'il est possible, l'application des principes, font des espèces pour le plaisir d'en voir le nom suivi de leurs initiales, trouvent mauvaises, et avec raison, les créations de leurs émules, mais, comme tout créateur, croient que les leurs sont bonnes. La science n'a rien à faire avec ceux qui sont dans cette disposition d'esprit ; les observations qui vont suivre ne concernent donc que les premiers.

Je me propose de faire voir d'abord que le point de départ de l'école mul-

tiplicatrice a été pris en dehors de tout principe des sciences naturelles ; ensuite que, étant admis son dogme de la permanence absolue des espèces, cette école trouverait dans les comparaisons histotaxiques plus d'appui et de confirmation que dans son mode d'application, lequel tourne contre le principe lui-même.

Dans ce que je vais dire des antécédents de cette école et de la proclamation de ses principes, je serai forcé de faire allusion à des textes bibliques ; je ne le fais qu'avec regret, sachant bien que la science doit se tenir en dehors de toute question dogmatique. Mais ce n'est pas ma faute si l'école multiplicatrice s'est appuyée sur des principes extra-scientifiques et si elle a voulu y subordonner la botanique systématique.

Cette école professe l'immutabilité des espèces végétales et repousse à *priori* toute doctrine qui n'admet pas ce point. Il a été dit qu'à la parole du Créateur « protulit terra herbam viventem et facientem semen juxta genus » suum, lignumque faciens fructum et habens unumquodque sementem » secundum speciem suam. » Elle part de là ; et, ayant posé l'apparition des êtres vivants comme l'effet d'une cause surnaturelle, ne borne pas l'action de cette cause à la première création, en admettant à côté de la fixité des types créés la possibilité, pour les individus soumis à des conditions différentes, d'en subir une influence ou variation plus ou moins durable, mais au contraire elle proclame le dogme de l'immutabilité absolue et de l'invariabilité absolue des espèces végétales. *Sint ut sunt aut non sint*. L'espèce descend de la création, fait unique, arrêté dans le temps ; elle ne peut subir aucune altération *durable* ni par l'action des milieux, ni par celle des croisements ; elle se transmet de génération en génération avec la pureté des caractères originels ; elle est marquée d'un sceau ineffaçable, comme son Auteur l'a déclaré lui-même à Moïse. Toute doctrine qui admet la variabilité « aboutit finalement à l'absurde et immorale doctrine du pan-théisme ». (Jord., *Diagn.*, p. 10; *Mém. Æg. trit.*, p. 65-67.)

XIV

Avant d'examiner les effets de l'introduction de ce dogme dans la science, nous ferons remarquer que tous les orthodoxes n'ont peut-être pas donné

au texte cité un sens aussi absolu : que ce n'est que depuis le premier quart de ce siècle qu'on s'est soulevé si vivement contre la mutabilité possible, et qu'en tout cas ce n'est point à ceux qu'on a l'habitude d'appeler des panthéistes ou des libres-penseurs qu'il faut attribuer les premières opinions en désaccord avec ce texte et les premières idées de transformisme. C'est le moyen-âge qui, avec Vincent de Beauvais, a affirmé comme incontestable que certains fruits peuvent se changer en oiseaux ; c'est le moyen-âge qui, sur l'autorité de Pline¹, a soutenu avec un évêque, Albert le Grand, que le Seigle se transforme en Froment, et réciproquement ; que le Bouleau peut se produire de racines de Hêtre en putréfaction et la Vigne de branches de Chêne plantées en terre. Bien plus, un très-grand nombre d'auteurs, réputés sur ce point très-orthodoxes, ont admis des cas de transformation près desquels le mutabilisme actuel le plus prononcé pourrait à bon droit être réputé nul ou insignifiant².

Tragus, qui ouvre et clôt son livre par une profession de foi orthodoxe, nous dit que le Platane ne vient point de semences, mais « commixtione » putris tantum aquæ et terræ gigni » (*De stirp.*, édit. de 1552, p. 1124). Le même auteur dit des *Lemna* : « Lenticula palustris nihil aliud est quam » pinguedo quædam stagnantium et residum aquarum. Ex illa tanquam seminio Alga cæteræque plantæ nascuntur. Nam ubi e stagnantibus aquis in » fluentes Lens palustris deducta fuerit, id quod inundationibus contingere » solet, littoribusque et ripis inhæserit, dilatatur, aliaque plura subinde ex » se procreat foliola, inferne etiam subnatis capillamentis quibusdam candidis » et exiguis radiculis terræ sese committit. Atque hoc pacto Lens palustris » in plantas quasdam Nasturtio aquatico non multum absimiles degenerat ; » quod *ego non semel* cum admiratione naturæ haud vulgari *observavi* » (o. c., p. 689).

Matthiolo affirme le même fait, sans dire l'avoir vu, mais sans élever la

¹ « Primum omnium Frumenti vitium Avena est, et Hordeum in ea degenerat, sicut ipsa Frumenti fit instar. » (Plin., *Nat. hist.*, liv. XVIII, cap. 17, ed° Ald., 1559, p. 476.)

² Ce ne sont point non plus les panthéistes qui ont inséré au chap. VI de la Genèse la mention des faits d'hybridité d'où sont venus les Géants. Nous recommandons à ceux qui veulent être édifiés sur ce point, les Commentaires de Fr. Valesius (*De sacra philosophia*, cap. VIII).

plus légère objection. (*Comm. s. Diosc.*, traduct. de Pinet, édit. de 1555, p. 414.)

Il n'y a là que transformation de végétaux en végétaux, mais on est allé plus loin. Au xvii^e siècle, l'orthodoxie croyait (peut-être y en a-t-il qui le croient encore) que certains canards sauvages, Macreuses, Bernacles, au lieu de venir légitimement, comme les autres oiseaux, d'œufs pondus, résultaient d'un certain bois pourri, ou encore d'un certain fruit, « qui cum oportuno tempore decidit in subjectam aquam, reviviscit, convertiturque in avem » vivam... Et hujus opinionis sunt Isidorus, Alexander ab Alexandro, Olaus magnus, Hector Boetius et alii » (J. Jonston, *Thaumat. natur.*, édit. de 1661, p. 246-247). Le même auteur nous affirme, à la page 248, que Hector Boetius a vu de ses yeux et touché de ses mains des oiseaux, les uns à demi formés, les autres tout à fait formés, dans des bois pourris où avaient d'abord paru des vers, puis les coquillages qui contenaient l'oiseau ; et il consacre, de la page 277 à la page 292, une longue dissertation à établir la possibilité et la légitimité de ce fait ; possibilité si bien admise que le coquillage, ou pour mieux dire le crustacé en question, a été, pour cette raison, nommé *Concha Anatisfera*¹, et s'appelle encore *Anatife*.

Si l'on objectait que les auteurs précités n'étaient point des interpréteurs avérés et officiels des Écritures, et que leurs affirmations pouvaient avoir passé inaperçues, il y aurait à répondre que l'autorité orthodoxe connaissait si bien ces opinions et y voyait si peu une atteinte à l'affirmation « habens sementem secundum speciem suam », qu'elle s'appuyait précisément sur ce mode de génération des Macreuses pour en considérer la chair comme maigre : « Quibus etiam in Quadragesima uti licet » (G. Bauh., *Pinax*, p. 514).

Mais il vaut mieux citer les passages où un interpréteur *ex professo*, le D^r Fr. Valesius, médecin de Philippe II, expose, détermine et justifie les croyances de son temps sur le transformisme et sur les générations spontanées. Ces extraits, un peu longs, sont tirés du Traité *De sacra philosophia sive de iis, quæ in libris sacris physice scripta sunt*, 6^e éd. ; Lyon, 1652. L'auteur, après avoir cité le texte biblique rapporté ci-dessus, fait remar-

¹ Consulter Gasp. Bauhin, *Pinax*, p. 513 et 514.

quer, suivant les idées du temps, qu'il y a beaucoup d'arbres et de petites herbes qui n'ont pas de graines (p. 17), et ajoute : « *Plantarum etiam et animalium multis accidit, ut per accidens neque a sui similibus generentur, atque in utrisque (plantis inquam et animalibus) est triplex differentia. Quædam enim (quæ scilicet sunt perfectissima) non aliter quam per se et a sibi similibus generari possunt, ut Homo, Bos, Nux, Prunus et Palma, et pomifera omnia. Quædam (quæ scilicet sunt vilissima) semper generantur per accidens, ut Pediculi et Vermes et Fungi et Alga. Quædam sunt inter hæc, perfectione etiam media, quæ cum a similibus et seminali vi generentur, sponte etiam nasci possunt, ut Mures et Vesparum genera. Herbas etiam aliquas, earum quæ semen afferunt, sponte nasci ac sine semine posse omnes existimant* » (p. 18). Puis, réfutant avec courtoisie les objections de ceux qui attribuaient les apparitions prétendues spontanées à des transports de graines par les eaux ou par les vents, il affirme de nouveau que les plantes les moins parfaites, comme les animaux les moins parfaits, « *etsi a principio factæ non essent, possunt deinceps ex ipsis mundi elementis naturaliter oriri. Nam elementorum si vel unum tollas, necesse est tolli omnia, ac cum illis etiam concreta corpora. Quia cum primæ contrarietates primo insint elementis, sintque ipsæ elementorum naturæ, sublatis elementis, tollerentur contrarietates primæ, atque his sublatis tollerentur rerum omnium generationes, cum hæc omnes agantur per alterationes mutuas quæ nascuntur a contrarietatibus. Quod vero sublato eorum quocunque, necesse sit tolli omnia elementa constat: quoniam si frigus omnino non est, neque calor sit. Siquidem si calfactio nulla esse potest, neque calor omnino est: at vero si omnino non frigus, neque calfactio ulla est, neque refrigeratio* », etc., p. 19. — Qu'on veuille bien le remarquer, Valesius ne songe pas à constater la vérité du fait par des observations directes et personnelles, mais bien à en établir la possibilité en raisonnant sur des idées métaphysiques. Nous avons cité une partie de son raisonnement, parce que nous en verrons un tout semblable se produire au milieu du XIX^e siècle et, pour démontrer le principe contraire, s'appuyer sur des idées aussi vagues et rendues par des termes aussi mal définis.

Les opinions acceptées et professées par l'orthodoxie étaient donc favorables à tous les excès du transformisme. Celles des botanistes en différaient

à peine. Linné a signalé les plus saillantes dans les termes suivants : « Per-
»suadere nobis Veteres voluerunt Secale in Hordeum, Hordeum in Avenam ,
»hanc demum in Bromum transmutari: Spicam Frumenti hinc Secalinam ,
»inde Hordeaceam describit Wormius in *Museo*, p. 150 ; Spicam Triticum ,
»circa cujus mediam partem aliquot grana Avenacea , undique perfecta ,
»enata fuisse commemorat Gerardus in *Historia pl.*, p. 65 (1597); ex
»hisce plantarum transmutationem , sed tantum inter species cognatas et
»congeneres dari concludit Raius in *Cat. exter.*, p. 8 (1673) » (*Amen. acad.*, I, p. 294). Quant à Linné lui-même, il fut aussi net à reconnaître les variations incessantes des types végétaux ¹ qu'énergique à se prononcer en faveur d'une seule création avec identité dans la descendance , et dès lors contre toute transformation des types créés ², contre toute apparition actuelle d'espèces nouvelles ³ et contre toute fécondité des hybrides ⁴.

L'orthodoxie ne sut pas plus gré à Linné de ses opinions qu'elle ne s'était émue de celles des transformistes antérieurs. Et au même moment où Linné se prononçait si nettement pour l'immutabilité des espèces , Buffon , suivant ses besoins d'écrivain , proclamait la fixité de l'espèce s'il avait à dépeindre la majesté de la nature , ou la rejetait dédaigneusement quand il voulait prouver l'arbitraire, l'inanité et le danger des classifications et des méthodes ; Buffon pouvait enfin émettre la pensée que « toutes les espèces »groupées dans une même famille (genre?) semblent être sorties d'une »souche commune » (*Hist. nat.*, tom. XIV, p. 358; éd. de 1766); aller même jusqu'à dire : « Il existe un type primitif et universel dont on peut »suivre très-loin les diverses transformations » (tom. IV, p. 379), et cela sans provoquer le moindre scandale et sans faire ombre à personne.

C'est qu'en effet jusque-là toutes ces questions ne se rapportaient qu'à

¹ « Ne varietas loco speciei sumatur ubique cavendum est. Hic opus, hic labor est; natura enim polymorpha, in suis operationibus nunquam cessans », etc. (*Phil. bot.*, § 283).

² « Initio rerum, ex omni specie viventium unicum sexus par creatum fuisse contendimus » (*Phil. bot.*, § 132 et 134). « Species constantissimæ sunt, cum earum generatio est vera continuatio » (o. c., § 162).

³ « Novas species dari in vegetabilibus negat generatio continuata, propagatio, observationes quotidianæ » (*Phil. bot.*, § 157).

⁴ « Hybrida non propagantur. natura prohibente, ne plures quam initio rerum fuere species existant » (*Amen. acad.*, I, p. 295; et aussi, III, p. 31).

des groupes que l'on regardait comme très-éloignés de l'homme ; elles paraissaient sans application à son origine et dès-lors ne menaçaient aucune doctrine, philosophique ou autre. Pour les dogmatiques, qui ne sont pas fâchés de voir du mystère un peu partout, ces transformations n'avaient guère été qu'une croyance mystérieuse de plus à ajouter à tant d'autres. Pour les naturalistes, les classifications méthodiques commençaient à peine à montrer les affinités et les rapports de continuité entre les êtres vivants et à établir ce que nous appelons aujourd'hui la série organique. L'homme n'était donc pas et ne pouvait pas être en cause.

Mais lorsque, au commencement de ce siècle, Lamarck nia résolument la fixité des types et proclama l'évolution progressive des êtres comme loi de la nature, et lorsque, en 1829, la voix puissante d'Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire vint s'unir à celle de Lamarck, proclamer l'unité de composition organique, démontrer que les phases transitoires du développement embryonnaire d'un être sont des états permanents pour d'autres êtres inférieurs, et enfin déclarer que les espèces actuelles proviennent directement, par une évolution lente et continue, de celles dont on retrouve les débris dans les couches du Globe ¹, alors l'émotion fut grande, et d'autant plus grande que c'était surtout à la zoologie que ces deux éminents naturalistes faisaient l'application du principe et demandaient des preuves à l'appui. L'orthodoxie comprit de suite qu'une fois la loi d'une descendance commune admise pour les Vertébrés, la logique voudrait que l'homme, vertébré comme eux, dût subir la loi de la même manière qu'eux, et rétablirait ainsi cette unité de la nature que l'homme avait détruite par son admiration vaniteuse de lui-même et par le soin de se placer au-dessus et en dehors des lois de l'univers. Elle voulut donc opposer à cette doctrine menaçante un rempart solide, savoir : le dogme de l'immutabilité absolue et de l'invariabilité de l'espèce, lequel, étant admis pour la période actuelle, devait l'être pour le passé d'où elle sort et l'avenir où elle entre. Cuvier l'appuya bientôt de sa haute autorité, et ce dogme devint classique en histoire naturelle.

¹ *Mémoire sur les rapports de structure organique et de parenté qui sont entre les animaux des âges historiques et vivant actuellement et les espèces antédiluviennes perdues* (dans les *Mém. du Mus.*, tom. XVII, p. 209), présenté à l'Acad. des Sciences le 23 mars 1829.

Bien que la transformation des espèces eût été adoptée, en 1822 par W. Herbert, en 1851 par P. Matthew et en 1856 par Rafinesque Schinatz, la botanique descriptive resta assez en dehors des grandes discussions que soulevèrent les deux doctrines opposées et devant l'Académie des sciences (1830) et dans le monde savant. Ce qu'en 1824, Link avait dit, avec doute, de la transformation d'une espèce en une autre, et affirmativement, de l'apparition d'espèces nouvelles « *sine parentibus* » (*Él. phil. bot.*, p. 462), était trop faible et trop dénué de preuves pour être remarqué. En 1829, dans les *Annales des sciences d'observation*, M. Raspail insista fortement sur les modifications que les plantes peuvent recevoir de l'action des milieux, et, appliquant ses principes aux « *Métamorphoses du genre FESTUCA* », prétendit que nos *Festuca* ne sont qu'une seule et même plante, aboutissant par réduction au *Poa rigida* L., par développement au *Festuca pratensis* et *arundinacea*, par écart et avortement au *Cynosurus cristatus*, etc. (o. c. I, p. 406 à 438). Dans le même Recueil (II, p. 235-244, et IV, p. 274-275), le même auteur publia les « *Métamorphoses réelles du Lolium perenne en Festuca elatior* », et les reproduisit en 1857 dans son *Système de physiologie végétale*¹. Toutes ces assertions eurent le même sort que celles de Link, et pour la même cause : l'absence complète d'observations précises et déterminées.

Mais il en fut bien autrement lorsque, en 1852, Esprit Fabre, d'Agde, publia, sous l'autorité et en quelque sorte sous la garantie du professeur Dunal, le compte-rendu d'observations et d'expériences suivies, qui l'avaient conduit à conclure que les *Ægilops* peuvent se transformer ou plutôt se développer en *Triticum*, et qu'il faut chercher dans ce développement l'origine du Blé². « L'émotion des esprits fut grande, il y eut même du trouble » chez plusieurs³ ; aussi la protestation ne se fit-elle pas attendre. C'est

¹ Plus tard, en 1864, M. Raspail a repris l'opinion de Tragus sur la métamorphose du *Lemna minor* en *Nasturtium* (ci-dessus p. 493), et a fini par aboutir à cette proposition : « Les » *Lemna trisulca* sont des rhizomes à fleur d'eau issus de l'une des quatre graines composant le fruit cruciforme des *Callitriche* » (*Nouv. étud. scientif.*, p. 85 ; et *Almanach de M. Raspail pour l'année 1867*, p. 160-162).

² Esprit Fabre, *Des Ægilops du midi de la France et de leur transformation* ; et Dunal, *Courte introduction au travail de M. E. Fabre, d'Agde, sur la métamorphose des Ægilops en Triticum* ; dans les *Mém. de l'Acad. des sc. et lett. de Montpellier* : 1852, p. 11-32.

³ A. Jordan, *Mémoire sur l'Ægilops triticoïdes*, p. 1.

qu'il s'agissait d'une des plus graves questions qui, à divers titres, intéressaient et l'histoire et l'histoire naturelle. MM. Godron, d'abord à Montpellier puis à Nancy, Rigel en Allemagne, Decaisne, Vilmorin et Groenland à Paris, Planchon à Montpellier, etc., s'occupèrent sérieusement de vérifier et de répéter les expériences et les observations de Fabre.

Dans cette discussion, à laquelle prirent encore part M. Assa Gray en Amérique et Lindley en Angleterre, le premier rang doit être assigné aux travaux de M. Godron, par l'importance et le nombre des expériences, par la netteté et la portée des conclusions, et enfin aussi parce que ce fut un de ses écrits qui donna à la nouvelle école l'occasion de produire sa profession de foi. M. Godron avait dit que, à l'exception de quelques détails, il reconnaissait comme réels les faits avancés par Fabre et Dunal, mais que les conclusions qu'ils en avaient tirées, savoir: le développement complet de l'*Ægilops triticoïdes* en Blé, lui paraissaient tout à fait inadmissibles ; qu'il y avait dans l'*Ægilops triticoïdes* un hybride de l'*Ægilops* fécondé par le Blé, hybride de premier degré, rarement fécond ; et, dans l'*Ægilops speltæformis*, bien distinct du Blé, un hybride de l'*Ægilops triticoïdes* fécondé par le Blé, hybride de second degré, peu fécond à la première génération, mais ensuite permanent et indéfiniment fécond par semis de culture, exposé toutefois à disparaître rapidement par la difficulté du semis naturel. C'était, en définitive et malgré toutes les restrictions qu'une prudence exagérée inspirait à M. Godron, la proclamation de la fécondité d'un hybride, de l'apparition « d'une forme permanente se reproduisant de ses graines », d'une espèce nouvelle « et, plus encore, d'une très-bonne espèce » (*Mém. Æg. trit.*, p. 26), due à une série d'effets naturels et sans l'intervention spéciale et miraculeuse d'un acte de création. Ce n'était peut-être pas la découverte de l'origine du Blé, mais c'était à coup sûr le renversement de tous les principes de l'orthodoxie en matière d'apparition d'espèces. Aussi protesta-t-on une seconde fois, et vigoureusement.

Nous n'avons nullement à suivre la discussion qui s'éleva sur la question des *Ægilops*, mentionnée seulement ici comme ayant fourni à la nouvelle école l'occasion d'une double déclaration de principes, qui seuls doivent nous intéresser ¹.

¹ Les principaux matériaux à consulter sur la question sont :

XV

Cette école repousse toute apparition d'une forme permanente due à l'hybridité ; « car si l'hybridité peut produire des espèces équivalentes à nos » espèces actuelles, on peut croire que celles-ci sont dues à la même cause, » et il devient impossible d'affirmer d'une espèce quelconque qu'elle n'est » pas le produit d'une transformation opérée d'une manière analogue ou de » toute autre manière, dans des circonstances qui ne peuvent être apprè- » ciées » (*Mém. Æg. trit.*, p. 29). Elle repousse toute variation, si peu permanente qu'elle soit ; selon sa doctrine, « il existe des types divers *par leur nature même*, et chacun de ces types est immuable, inaltérable, » d'une immutabilité non pas relative à telle ou telle période géologique, » mais *fondamentalement absolue comme son unité*.... Les modifications, » quand il y en a, portent uniquement sur les individus » (*Mém. Æg. trit.*, p. 49) et disparaissent avec eux. Il peut y avoir des races dans le règne animal ; il n'en existe point parmi les végétaux (*Mém. Æg. trit.*, p. 50). Aussi admet-elle autant d'espèces qu'elle peut constater de formes se transmettant d'une génération à une autre. Pour elle, l'espèce n'est point la réunion des individus se ressemblant dans leurs organes essentiels et dans l'ensemble de leurs formes, mais pouvant osciller et varier sous l'influence plus ou moins durable des agents extérieurs ; pour elle, « l'espèce est l'unité » renfermant un nombre indéterminé d'individus qui ont tous une même na-

A. Jordan, *De l'origine des diverses variétés ou espèces d'arbres fruitiers* ; 1853.

Godron, *De la fécondation des Ægilops par les Triticum* ; 1855.

A. Jordan, *Mémoire sur l'Ægilops triticoïdes*, dans les *Ann. sc. nat.*, 4^e série, t. IV ; 1856.

Godron, *De l'Ægilops triticoïdes et de ses différentes formes* ; 1856.

A. Jordan, *Nouveau mémoire sur la question relative aux Ægilops triticoïdes et speltæformis* ; 1857.

A. Jordan, *Diagnoses d'espèces nouvelles ou méconnues* ;... 1864.

Godron, *Histoire des Ægilops hybrides* ; 1870.

L'imposante théorie de M. Darwin n'a paru que postérieurement ; elle n'a donc été pour rien dans la protestation de la nouvelle école. Mais certainement, le travail si remarquable que M. Naudin a publié dans la *Revue horticole* de 1852 : *Considérations philosophiques sur l'espèce et la variété*, doit y avoir été pour beaucoup, encore qu'on ne l'ait pas pris à partie.

» *nature* et sont *consubstantiels* les uns aux autres, de telle sorte qu'ils peuvent être justement considérés comme issus originellement d'un seul et même individu, premier exemplaire de toute l'espèce.... Toute *nature* est nécessairement *immuable* et *invariable* en soi. Toute *nature* distincte, créée dans le temps et dans l'espace, correspond à une *idée* distincte, éternellement conçue dans l'entendement de Dieu. » (*Diagn. nouv.*, p. 9-10.)

» Cette manière de voir s'appuie à la fois sur *les axiomes théoriques de la raison*, sur *les faits les plus certains de l'expérience* et sur *les enseignements des livres saints*. » (*Mém. Æg. trit.*, p. 50 et 60 ; et aussi : *Orig. arbr. fruit.*, p. 88-90'.)

L'ordre d'importance et d'emploi de chacun de ces points d'appui est déterminé avec soin : « La question qui nous occupe ne peut être résolue uniquement par la voie de l'expérience ; elle doit avoir aussi et AVANT TOUT une *solution métaphysique*. Sans doute il importe d'examiner ce que sont actuellement ces végétaux (les arbres fruitiers),.... mais il faut D'ABORD sortir du champ de l'observation externe et entrer dans celui de la pensée pure, pour soumettre aux méditations de notre esprit cette notion de la substance ou de réalité dans l'être, identique à celle de cause, et celle de l'espèce identique à l'idée de diversité dans les êtres. » (*Orig. arbr. fruit.*, p. 4.)

Or, voici en résumé ce que donne sur cette question l'emploi de la métaphysique : « La substance, ce qui constitue l'essence, le fonds de l'être, sa nature propre et intime, est incompréhensible pour nous. » (*Ibid*, p. 5.)

¹ Ce triple point d'appui me fait éprouver quelque embarras pour nommer convenablement cette école ; car, si bien des noms lui conviennent, il ne me convient pas de les lui donner également. Je la dirais volontiers *scholastique* ou *métaphysique*, en considérant le point de départ de sa méthode et le mode de raisonnement qu'elle emploie, s'appuyant sur l'absolu, sur Aristote et saint Thomas (*Mém. Æg. trit.*, p. 50) ; mais je craindrais que ces termes, si discrédités, ne fussent pris en mauvaise part. Elle a la prétention de se dire *expérimentale* ; mais je ne puis lui donner ce nom, quand elle place l'expérience au second rang, repousse les secours de l'observation géologique et admet que des cultures de 3 ou de 20 ans peuvent détruire subitement des effets ataviques remontant peut-être à de longs siècles. Elle a aussi la prétention d'être *orthodoxe, traditionnelle* ; mais mon incompetence en ces matières me fait craindre de lui donner un nom que d'autres pourraient lui contester. Je la désignerai donc simplement par le nom d'école *multiplicatrice*, que justifie le résultat de ses travaux, ou par celui d'école *dialytique* (*διαλύτικος* dissolvant, qui sépare), exprimant son action sur les anciennes espèces.

»Aristote a dit excellemment, et saint Thomas le répète après lui, que
»l'addition d'une qualité substantielle dans les êtres équivaut à l'addition de
»l'unité dans les nombres. Dieu ne pourrait pas rendre le nombre 4, par
»exemple, plus grand ou plus petit sans changer l'espèce de ce nombre. Le
»nombre 4 augmenté d'une unité ne serait plus le nombre 4, il serait dé-
»truit. De même, Dieu ne pourrait changer un être dans son type spécifi-
»que sans l'anéantir. Deux formes peuvent se succéder, mais chacune reste
»ce qu'elle est. Toute transmutation est impossible..... On ne peut admettre
»que le centre typique de l'espèce soit jamais déplacé chez aucun de ses
»individus; car il y a toujours chez eux unité et identité quant à la sub-
»stance.» (*Mém. Æg. trit.*, p. 50.)

Comme on le voit, ce raisonnement est du même genre que celui qu'em-
ployait Fr. Valesius pour appuyer la possibilité de l'apparition des êtres *sine*
semine (ci-dessus, p. 495). Tous deux me rappellent cette vérité proclamée
par Buffon dans son langage solennel : « Tout édifice bâti sur des idées
»abstraites est un temple élevé à l'erreur ». Je veux bien croire ces raison-
nements au-dessus de ma portée; mais je n'y vois qu'une discussion scho-
lastique, contrastant avec le titre d'*expérimentale* que revendique cette
école, et je ne puis m'empêcher de dire qu'à mon avis l'on se trompe si l'on
croit faire œuvre de naturaliste en raisonnant sur des idées aussi vagues,
au lieu de porter d'abord son attention sur l'organisme. Je ne sais ce que
sont les *elementa* et les *contrarietates primæ* de Fr. Valesius; et je ne sais
pas davantage ce qu'est dans une plante cette substance qui la constitue,
qui ne tombe pas sous nos sens et qui « est incompréhensible pour nous »;
— « substance existante et déterminée qui est l'être, et à laquelle corres-
»pond l'idée d'espèce » (*Orig. arbr. fruit.*, p. 6 et 7; voir aussi *Mém. Æg.*
trit., p. 55). Si par là on voulait désigner la structure et ses éléments orga-
niques, les tissus, leur forme, leur disposition relative, etc., je croirais
comprendre; mais cela ne peut pas être au-dessous de ces termes méta-
physiques. Cependant, si d'aventure cela voulait désigner l'organisation propre
que présente tout végétal et qui le fait être lui plutôt qu'un autre, je deman-
derais aux botanistes de bonne foi s'il n'y a pas plus de chances de la trou-
ver dans l'étude de la disposition des éléments constitutifs, que de s'élever
aux sommets de la pure métaphysique, pour tomber brusquement à l'examen

de la grandeur des dentelures, du nombre et de l'écartement des branches des poils (*Diagn. nouv.*, p. 213 et 231) et des autres modifications de la surface et des extrémités. Il nous semble, quant à nous, que notre procédé conduit mieux à la connaissance de ce qui est fondamental et invariable dans l'organisation; nous croyons qu'il faut laisser l'emploi méthodique des principes absolus, «des axiomes théoriques de la raison», à la science de l'absolu, aux mathématiques pures, et que ces principes ne peuvent à aucun titre intervenir au premier rang dans une science de la réalité et qui ne relève que de l'observation et de l'induction.

J'en dirai exactement autant du troisième point d'appui, de «la tradition » religieuse qui, bien qu'étrangère à la science, n'en doit pas moins servir » de boussole à l'esprit humain pour s'orienter dans ses recherches » (*Mém. Æg. trit.*, p. 49). Il m'est impossible de comprendre comment, étant «étrangère à la science, la tradition doit néanmoins servir de boussole » dans les recherches scientifiques. J'aime mieux m'en tenir à la première partie de la proposition, déclarer que la tradition et les idées religieuses n'ont rien à faire ici, parce que, en principe, la science n'a rien à démêler avec ce qui relève de l'imagination et du sentiment, et que, dans la pratique, les secours que la tradition religieuse a fournis aux recherches en astronomie, en physique, en géologie, en médecine, etc., ne sont pas de nature à la faire regarder comme assez bien informée pour qu'aucune des sciences naturelles ait à lui demander des lumières et une direction. Aussi, sans aucune pensée ni de réfutation ici déplacée, ni de conciliation impossible et d'ailleurs à mes yeux sans aucune importance, je me bornerai à dire que si la constatation de caractères stables est le but du système orthodoxe, la critique spécifique par les comparaisons histologiques l'y conduirait mieux que le seul examen de l'enveloppe. Il y aurait plus de dignité et de profit, pour ce système et pour la science, à chercher ces caractères de permanence là où il s'en montre de réels, dans l'organisation intime, qu'à faire d'innombrables espèces d'après des différences basées sur les dentelures ou les taches des feuilles, sur le nombre ou l'écartement des branches des poils (*Diagn. nouv.*, p. 207, 211, 219), c'est-à-dire encore une fois sur des modifications de la superficie, que toute action extérieure influence, et qui, par leurs changements incessants, fournissent d'incessantes constatations de mutabilité.

En ces questions, je crois convenable, indispensable même, de laisser de côté, malgré nos prédilections personnelles, aussi bien les traditions bibliques que toute idée systématique de les combattre à *priori* comme fatales à la découverte de la vérité. La science n'est pas faite pour être accommodée à nos goûts ; et s'il est fâcheux de l'incliner devant un système théologique et de dire : « La science ne peut être séparée des croyances » (*Diagn. nouv.*, p. 20), il le serait tout autant de la mettre au service d'une doctrine qui serait, de parti pris, en lutte avec ce système. Il s'agit ici d'observation, et l'adoption d'une méthode ne doit point reposer sur sa conformité avec telle ou telle opinion, mais être la conséquence logique d'un examen indépendant, portant uniquement sur ses procédés d'investigation.

Examinons donc ce que sont, pour l'école multiplicatrice, l'observation et l'expérience, qu'elle place d'ordinaire au second rang (*Orig. arbr. fruit.*, p. 4 et suiv. ; *Mém. Æg. trit.*, p. 50 et 60), mais quelquefois aussi, par oubli peut-être, au premier (*Diagn. nouv.*, p. 6.) : « J'ai pensé qu'il fallait » prendre l'expérience pour seul guide » (Jordan, *Obs. plant. nouv.*, 3^e frag., p. 95).

Après avoir posé comme principe indiscutable, fondé sur les axiomes théoriques de la raison et sur le texte de la Genèse, que chaque type est « immuable, inaltérable, d'une immutabilité absolue », l'école multiplicatrice

1^o Recherche par l'observation directe les différences qu'elle peut reconnaître ;

2^o Déclare vouloir éprouver par la culture les types d'abord distingués ou soupçonnés, et les proclame valables si les différences se maintiennent héréditaires.

XVI

Dans le premier de ces travaux, les chefs de l'école ont fait preuve d'une grande habileté dans l'observation, et d'une remarquable aptitude à poursuivre les variations de formes dans les plus petits détails. Je m'empresse de le reconnaître, et mon désir de m'éloigner du système dialytique n'exclut pas le respect et la reconnaissance pour les services que ses auteurs ont rendus. Mais cela n'empêche pas que cette habileté et ces succès, au lieu de

tourner uniquement au profit et au progrès de la science, n'aient conduit plusieurs disciples à une imitation malheureuse et les chefs eux-mêmes à des entraînements et des exagérations regrettables.

A mon avis, s'il m'est permis d'en avoir un, les excès ou grandes erreurs de cette école viennent de deux causes : la première est qu'elle ne tient aucun compte de la subordination des caractères différentiels ; la seconde est que son observation, si subtile et si délicate, ne porte que sur l'extérieur et l'extrême.

1^o Elle ne tient et ne peut tenir aucun compte de la subordination des différences¹, puisque pour elle toute différence qui lui paraît permanente constitue un type. Dans l'absolu, point de degrés. Et comme elle le dit formellement : « Toute forme essentielle correspond à une idée ; or, une idée » ne peut devenir une autre idée, sans cesser d'être ; elle est ce qu'elle est » ou elle n'est pas » (*Orig. arbr. fruit.*, p. 7). Soit ; mais, pour parler un instant ce langage, la forme essentielle et différentielle d'une espèce consiste-t-elle dans sa structure, ou dans ce qu'elle aura « pili omnes vel fere » omnes simplices » ; tandis que d'autres auront « pili omnes vel fere omnes » bifidi » (*Diagn. nouv.*, p. 207 et 219) ?

2^o La même école proclame que « la connaissance des espèces ne peut » faire de progrès que par la méthode d'analyse appliquée *dans toute sa rigueur* » (*Mém. Æg. trit.*, p. 56). C'est parler excellemment ; mais est-ce agir de même et appliquer l'analyse dans toute sa rigueur, que de comparer toujours des parties externes et terminales, des longueurs ou des largeurs de sépales ou même de taches, ou enfin le nombre des poils simples ou des poils bifides, etc. ? Et même est-ce là de l'analyse ? Dans toute sa rigueur ! Mais alors pourquoi ne pas jeter le moindres coup d'œil sur les organes élémentaires et leur ordonnance relative ? Si on trouve, sur deux formes, une organisation fondamentale identique, et que toute la différence consiste en ce que la cellule terminale des sépales se sera, sur l'une, prolongée en poil, sur l'autre, seulement soulevée en mamelon, faudra-t-il, sans considérer la subordination des différences, en conclure la diversité originaire des types ?

¹ On n'en trouve trace que dans les travaux antérieurs à 1850 ; voir Jord., *Obs. plant. nouv.* ; 3^e fragm., pag. 185.

«Les espèces proposées par nous ne sont autre chose que les formes végétales que nous avons appris à distinguer les unes des autres par la comparaison sur le vif de *tous leurs organes....*» (*Diag. nouv.*, p. 7). De tous leurs organes ! excepté des organes constituants, véritablement invariables, et bien plus essentiellement *héréditaires* que les modifications externes, puisqu'ils sont la condition même du développement de l'être.

Il a été dit encore : «La variabilité entendue seulement dans le sens de »la flexibilité d'un type, n'exclut pas son immutabilité essentielle» (*Mém. Æg. trit.*, p. 51) ; et ce qui suit est non moins juste : «La connaissance »que nous avons des espèces, et le jugement que nous pouvons porter sur »les caractères qui les distinguent, dépendent évidemment de notre analyse. »Or, l'analyse des premiers observateurs a dû être nécessairement très-im- »parfaite. Il convient donc que les anciennes délimitations ne soient plus »considérées comme valables que provisoirement, jusqu'à ce qu'une nouvelle »et plus parfaite analyse ait permis d'en opérer la révision complète» (*Ibid.* p. 52). Il est impossible de dire plus et mieux, soit en faveur de l'analyse interne, comme méthode de critique spécifique, soit en condamnation de l'analyse des multiplicateurs, qui, en définitive, ne s'attaque jamais qu'aux modifications de l'extérieur et des extrémités, et qui par cela, si délicate et si subtile qu'elle soit, reste de la même nature que celle des premiers spécifiques et n'en est que l'abus. Elle procède avec une rigueur beaucoup plus minutieuse, mais toujours sur les mêmes parties qui, externes et terminales, sont dans leur organisme toujours flexibles et variables, pour se prêter aux besoins que créent les diverses circonstances. Les caractères que fournissent ces parties sont de ceux que M. le professeur Flower qualifie si judicieusement d'*adaptifs*¹, en les mettant en opposition avec les caractères organiques, essentiels ou fondamentaux. Je sais bien que pour le premier établissement des espèces, il a fallu se prendre aux caractères extérieurs et tout d'abord apparents, et c'est ce qu'il faut encore faire, et ce qu'il suffit de faire pour les espèces tranchées et courantes ; mais il n'en est pas moins vrai que l'examen de ces parties, si loin qu'il soit poussé, est impuissant à nous apprendre quelque chose sur la structure et l'organisation intérieure,

¹ Leçon d'introduction au Collège royal de chirurgie de Londres ; février 1870.

c'est-à-dire sur ce qu'il y a de non variable et de vraiment permanent, et que dès-lors ce mode d'examen est tout à fait insuffisant dans la critique spécifique.

Décrire et classer les végétaux par la constatation complète des rapports que présentent leurs parties extérieures, avec permanence héréditaire dans la culture, tel est l'idéal de l'école dialytique.

Dans la critique spécifique, compléter cette étude par celle de l'organisation intime, de la disposition relative des organes élémentaires, tel est le but que nous nous proposons. Nous voudrions que les types fussent établis sur la réunion des grands caractères extérieurs et de l'identité de structure. Je ne rejette pas l'analyse extérieure, ce serait absurde ; mais, pour la critique, je la trouve insuffisante ; je ne combats point la méthode d'observation des multiplicateurs, j'en combats l'emploi exclusif, parce qu'il conduit hors de la voie scientifique.

C'est, en effet, un des caractères distinctifs de toute science positive, que tout pas légitime fait en avant est en quelque sorte un nouveau terrain acquis, qui va servir de base et de point de départ à des progrès ultérieurs, en les rendant plus faciles et plus sûrs. Or, est-ce là ce qu'ont produit les observations, réduites à la surface, qui tendent à la multiplication des types ? Loin de là ; elles n'aboutissent qu'à elles-mêmes, elles ne donnent aucune vue ultérieure sur la science de l'organisation. En se continuant, se répétant et se développant, elles n'arrivent, par des distinctions de plus en plus minutieuses, qu'à la pulvérisation et à la confusion. C'est que, en ne comparant que ce qu'il y a d'extérieur, on ne voit rien de ce qui est véritablement permanent. De même qu'aucune feuille ne ressemble exactement à une autre feuille, de même, en suite des modifications que les circonstances extérieures imposent incontestablement aux parties ultimes de l'être vivant, aucune plante d'une localité ne peut exactement ressembler à une plante d'une autre localité, où tout diffère, sol, eau, chaleur, lumière, etc. Si donc, pour chercher à se faire une opinion sur la fixité ou la variabilité de l'espèce, on n'examine que les modifications de l'extérieur et des extrémités, et si on demeure logique, on arrivera à voir les espèces fondées sur cet examen se diviser elles-mêmes en espèces intercalaires, entre lesquelles auront lieu plus tard

de nouvelles intercalations, jusqu'à ce qu'on aboutisse à établir autant d'espèces qu'il y aura de localités distinctes et diverses. Et encore à ce point faudra-t-il que les individus soient de confiance réputés semblables ! Mais si on y regarde de plus près, on verra bientôt que les individus d'une même localité, champ ou forêt, différent entre eux ; que ceux de la lisière ne sont pas exactement semblables à ceux du centre ; e, si l'on reste logique jusqu'au bout, on arrivera à avoir presque autant d'espèces que d'individus, ou au moins à retomber dans une spécification variée et capricieuse que ne domine plus aucune loi générale, ce qui est la cessation et l'exclusion de la science. Or si, avec l'habileté et l'exactitude des chefs, l'école dialytique arrive à ces conséquences fausses et non scientifiques, c'est une preuve que sa méthode ne place pas et ne cherche pas le caractère de l'espèce végétale là où il faudrait.

Un autre caractère auquel on reconnaît qu'un principe et son procédé d'application sont scientifiquement valables et constituent un pas fait en avant, consiste en ce que le procédé donne jusqu'au bout des conséquences en accord parfait, d'un côté avec le principe lui-même, de l'autre avec ce qui est déjà légitimement acquis.

Or, d'une part, la doctrine de la permanence et de l'invariabilité absolue des espèces est en contradiction manifeste avec ce que la géologie nous apprend de plus certain sur la non-permanence de l'état de choses actuellement existant sur notre globe ; au lieu que les comparaisons histotaxiques, se joignant à l'observation de l'extérieur, nous montrent que les modifications intérieures, s'il y en a en ce moment, se font avec une lenteur qui est pour nous une véritable permanence, au-dessous de la flexibilité et de la merveilleuse souplesse avec lesquelles les formes se plient et s'adaptent aux besoins que créent les circonstances et les milieux pour perpétuer la vie dans toutes les conditions où elle est possible. D'autre part, et d'après cette loi qu'aucun travail scientifique n'est perdu, mais qu'il se transforme, l'école dialytique aboutit, comme celle des anciens alchimistes, à l'établissement du contraire de ce qu'elle cherchait. Par la minutieuse exactitude de ses observations différentielles, elle a mis sur la voie de constater qu'il y a, en ce moment même et sous nos yeux, des végétaux qui varient et oscillent encore, et sont

dignes de toute attention par l'extrême flexibilité avec laquelle leurs parties ultimes se modifient sous l'action des influences ambiantes.

Si, avec l'ancienne école, dans l'insouciance et le dédain de la constatation des variations, on avait continué à accepter, sans nouvel examen et *fide plena*, les *Rubus fruticosus* L., *Rosa canina* L., *Draba verna* L., par exemple, on ne serait jamais arrivé à reconnaître, ni peut-être même à soupçonner, que le processus de transformation de ces plantes est en action sous nos yeux, et qu'on trouve les divers degrés auxquels elles s'arrêtent, depuis la simple variation locale jusqu'à l'espèce presque définitivement distincte. Or, les travaux des multiplicateurs ont précisément permis de constater que dans chacune des plantes précitées, ou de plantes analogues ubiquistes, on trouve une forme particulière, que nous appellerons typique, qui domine généralement sur la plus grande partie de l'aire de diffusion de cette plante ; que les autres formes qui s'écartent plus ou moins de la précédente sont au contraire restreintes à des localités particulières, et que ces mêmes variations, observées dans des stations séparées, ne se présentent pas rigoureusement avec les mêmes combinaisons de caractères, ni dans les mêmes proportions. En effet, qu'un multiplicateur du centre de la France, par exemple, ait décrit et élevé à la dignité d'espèces les formes que présentent dans sa contrée les plantes précitées, et qu'ensuite il se transporte au nord ou au midi, il y reconnaîtra peut-être quelques-unes des formes de *Rosa* ou de *Draba* qui lui sont familières, mais il ne peut y retrouver exactement conformes les cinquante ou cent espèces qu'il a établies aux dépens du type linnéen, et sur lesquelles il a dépensé chez lui tant de peine et de sagacité. Le voilà obligé de recommencer le même travail sur une nouvelle série de formes et de combinaisons de caractères non encore observées par lui. L'espèce est pourtant la même en son organisation intime ; les apparences se transforment. Il se produit, par la modification des parties externes et terminales, des variations locales et représentatives ; mais ces altérations ne sont le plus souvent ni assez importantes, ni assez profondes pour soustraire à toujours les nouvelles formes à la domination de la forme typique plus robuste, dont elles dépendent par le fonds commun de l'organisation intime, par une première communauté d'habitat et très-probablement par des croisements plus ou moins fréquents avec elle.

Si donc, parmi nos végétaux, il y a évidemment des types fixes, inflexibles, je dirais volontiers arrêtés et vieillis, comme des survivants d'une période antérieure, par exemple, *Cneorum tricoccon* L. etc. ¹, il est non moins évident qu'il se trouve à côté d'eux des types plus flexibles, comme s'ils étaient plus jeunes. Ces derniers se prêtent à de nombreuses combinaisons, comme la plupart des espèces de *Rubus*, *Rosa*, *Mentha*, etc. ², jusqu'à ce qu'ils s'arrêtent à des écarts extrêmes et se fixent sous des formes que leur parfaite harmonie avec les circonstances aura rendues moins variables, tandis qu'au contraire un défaut d'harmonie aura amené l'extinction des formes qui pourraient établir un lien entre les extrêmes. Alors, avec ces lacunes entre elles, les espèces seront, comme on dit, établies.

L'intercalation inévitable d'un nombre indéfini d'espèces intermédiaires entre les espèces affines des multiplicateurs, n'est point une hypothèse gratuite et sans réalité. Le chef de l'école, après avoir d'abord démembré le *Draba verna*, L. en cinq espèces (*Pugill.*, p. 221 ; 1852), s'est bientôt vu forcé par son système à émettre ces cinq espèces en cinquante-trois autres et à ajouter : « Ces espèces d'*Erophila* sont très-nombreuses sans doute, et » il me paraît même probable que lorsque toutes celles qui croissent sur » les divers points de la France auront pu être l'objet d'une étude attentive » et de comparaisons faites sur le vif, le nombre actuel sera plus que doublé » (*Diagn. nouv.*, p. 207). Immédiatement après, le même auteur constate la localisation presque absolue de chacune de ses espèces, qui sont variations pour nous : « Il est rare qu'on trouve dans une même localité plus de » trois ou quatre espèces croissant pêle mèle, et il y a beaucoup de lieux où » l'on ne trouve qu'une seule forme, pure et sans mélange, représentée » par des millions d'individus. Chaque année on voit dans le même lieu les » formes qu'on y a vues précédemment, sans aucune différence dans leurs

¹ Voir, sur d'autres espèces françaises ayant déjà paru à l'époque tertiaire, une Note de M. Martins, dans le *Bulletin de la Soc. bot. de France*, tom. XVI, pag. 103.

² En 1823, Goethe faisait remarquer qu'il est des genres dont toutes les espèces, bien caractérisées, sont possibles à reconnaître et ne se perdent point en variétés infinies, tandis qu'il en est d'autres dont les espèces se fondent en un nombre infini de variétés, qui semblent échapper à toute loi, à toute détermination. « J'ai désigné quelquefois ces genres sous le nom de *libertins* ; c'est surtout à la *Rosa canina* que je serais tenté de faire ce reproche. » (*OEuvres d'hist. nat.*, trad. de C.-F. Martins, pag. 335.)

» caractères » (*Diagn. nouv.*, p. 247). Et enfin, il établit l'existence des variations par lesquelles les espèces congénères se rapprochent : « Bien loin » qu'il n'y ait dans la nature que des espèces tranchées, celles qui d'abord » ont paru telles à l'observateur superficiel, se montrent bientôt à celui qui » est attentif et patient dans son analyse, comme liées les unes aux autres » par un grand nombre d'espèces intermédiaires » (*Mém. Æg. trit.*, p. 25). Et, dans l'un et l'autre cas, c'est l'exacte vérité qu'il est difficile d'exprimer avec plus de netteté. L'interprétation des faits change seule, en passant des partisans de l'invariabilité des espèces affines très-nombreuses aux partisans des types peu nombreux et de leur variabilité indéfinie. Avec les principes de ces derniers, la description des diverses formes d'un type ubiquiste devient intéressante et probante, au lieu d'aboutir à une stérile pulvérisation d'espèces.

Pour ma part, c'est aux travaux si consciencieux et si minutieux des multiplicateurs qu'est due, avec la première idée de ces recherches, la première constatation des résultats que des observations ultérieures sont venues confirmer. L'étude des Graminées m'a fourni des exemples frappants de flexibilité dans les types. Le *Glyceria distans* varie énormément suivant qu'il se montre sur le littoral de l'Océan ou sur celui de la Méditerranée, dans les salines de l'intérieur ou dans les montagnes (Briançon). Le *Glyceria maritima* est peut-être plus variable encore; mais on aura beau le multiplier en espèces, on arrivera toujours à ce résultat que la description exacte d'un sujet pris au hasard, parmi soixante récoltés sur des points divers d'un même rivage, ne pourra convenir à aucun des cinquante-neuf autres. Les *Salicornia*, étudiées sur le littoral d'un seul département, m'ont donné le même résultat, à ce point qu'on peut, en voyant de loin les accidents de la plage, prédire avec sûreté que telle variation se trouvera sur les endroits battus et piétinés, et telle autre sur les fonds vaseux. Les *Equisetum* m'ont aussi fourni des exemples intéressants d'espèces encore sujettes à de nombreuses variations et à d'innombrables anomalies, à côté d'espèces presque invariables¹.

¹ Voir pour des exemples : *Histoire naturelle des Equisetum de France*, p. 166-168; *Les Salicornia de l'Hérault*, dans le *Bulletin Soc. bot. de France*, tom. XV, p. 132 et suiv.;

XVII.

« Chez les végétaux, le signe auquel on peut reconnaître infailliblement » l'espèce consiste pour nous, dit l'école dialytique, dans la faculté qu'ont » les divers types de se reproduire invariablement par le semis de leurs » graines » (*Mém. Æg. trit.*, p. 49); car, ajoute-t-elle expressément au même lieu, « il est dit dans la Genèse que Dieu créa des herbes portant de » la graine chacune suivant son espèce, ainsi que des arbres fruitiers qui » portent du fruit chacun selon son espèce, et qui renferment leurs semences en eux-mêmes pour se reproduire sur la terre » (o. et l. c., et aussi p. 50). Sans contester les titres que l'école reconnaît à l'admission de ce principe, nous essaierons de montrer que par la manière dont elle le comprend et l'applique, il devient une occasion d'erreur et surtout de persistance dans l'erreur. Sa méprise sur ce point est de même nature et tient aux mêmes causes que sa méprise sur le point que nous venons d'examiner. Dans l'un comme dans l'autre cas, elle prétend satisfaire à cette condition de toute science positive, qui est de ne s'appuyer que sur des faits, et de ne considérer comme définitivement acquis que ce qui a été obtenu directement par l'observation et l'expérience. Or, elle a observé, et beaucoup, et avec grande subtilité. Mais son observation n'a pas été complète; elle s'est arrêtée à la superficie, à la constatation de faits secondaires, sans pénétrer jusqu'aux faits profonds et fondamentaux. Son observation n'a pas été indépendante; car au lieu de chercher d'abord les faits pour arriver, si possible, à un principe général, *quel qu'il puisse être et non préconçu*, cette école est partie d'axiomes métaphysiques et de croyances bibliques; « réglée et dirigée par ces conceptions, voulant y rattacher les faits observés » (*Orig. arbr. fruit.*, p. 4), elle a naturellement observé dans le sens de ses principes, n'acceptant que ce qui paraissait les confirmer¹. De même, pour

AGROPYRUM de l'Hérault, dans les *Mém. Acad. scienc. et lettr. de Montpellier*, tom. VII, p. 309 et suiv.

¹ « Maintenant que, après avoir examiné la nature de l'espèce considérée en elle-même, antérieurement à tout développement, nous avons établi l'immutabilité des types spécifiques sur le fondement solide des conceptions rationnelles, et fait résulter de là, comme conséquence, la

son contrôle par le semis et la culture, elle part de deux idées préconçues :

1° Que quelques années de culture par semis peuvent suffire pour faire disparaître tout caractère qui ne serait pas essentiel, et que les caractères essentiels sont absolument les seuls à se conserver et se transmettre après semis ;

2° Qu'il n'y a pas de races dans le règne végétal.

« Ayant cultivé, pendant trois années consécutives, les principales espèces » ou variétés de nos Blés...., nous avons acquis la certitude que les déli-
» mitations d'espèces pour les Blés n'avaient point pour base l'expérimen-
» tation »... (*Mém. Æg. trit.*, p. 6). Étendons à 25 ans, comme on dit l'avoir fait, à 50, à un siècle même, l'expérience par semis sur des Blés, des *Arabis*, ou des *Draba*, pourrions-nous sans illusion, même en négligeant ce que la science nous apprend sur la longueur des périodes géologiques, et en réduisant le monde à cet âge de 5 870 ans que les almanachs orthodoxes enregistrent encore sérieusement, pourrions-nous admettre qu'en quelques années un végétal sera soustrait aux influences répétées d'une soixantaine de siècles? Que des graines de *Draba verna* aient été jetées, il y a six mille ans, les unes sur un coteau calcaire, sec, exposé au midi, les autres sur un terrain argileux, humide, incliné vers le nord ; à moins d'admettre que des agents différents produisent des effets identiques, il faudra bien reconnaître qu'à la longue les descendants auront subi quelques modifications en des sens divers. Si légères qu'elles soient aujourd'hui, il a fallu six mille ans pour les produire ; et dès-lors une culture par semis pendant cent ans, dans d'autres conditions, ne pourrait produire qu'une modification égale au 1/60, c'est-à-dire insensible pour nous. C'est là ce qui fait que la permanence, après culture par semis, de certaines formes, ne donne pas pour cela le droit d'en conclure qu'elles sont des types absolus et absolument distincts d'un type affine qui en diffère « par une taille *moins* grande, » des feuilles *moins* allongées, des fleurs *plus* petites et une grappe fructifère *plus* courte » (*Diagn. nouv.*, p. 124). Nous vivons si peu, que ce qui

» fixité *absolue* des caractères par lesquels ils manifestent leur existence, il nous reste à inter-
» roger l'expérience » (*Orig. arbr. fruit.*, p. 11 et 12).

Et encore : « La science ne peut être séparée des croyances ! » (*Diagn. nouv.*, p. 20.)

change moins que nous nous paraît permanent : l'illusion est facile, je le sais ; mais, en science, il faut se prémunir contre elle.

Dans la transmission par descendance, il n'y a pas une distinction aussi profonde qu'on le croit, à faire entre la continuité de l'identité organique et la simple hérédité.

Tout végétal commençant a, dès l'apparition de sa première cellule, une configuration définie, résultant de sa dépendance du végétal antécédent et de son association à lui. Et, comme cet organe naît d'un autre et en fait naître un autre dans un ordre constant, cette ordination successive entraîne inévitablement avec elle une figure définie pour chaque partie et par suite pour l'ensemble, et cette permanence dans la succession des phénomènes entraîne à son tour la permanence de la forme du tout et de ses parties, subordonnée à l'identité dans la composition du premier élément organique. Ensuite le développement de l'être, à compter de son point de départ, n'a lieu que si les conditions intrinsèques de son existence sont remplies, et que les conditions extrinsèques ne changent pas au point de ne plus être compatibles avec les conditions d'existence. Sous cette double condition, l'être évolue selon ses lois ; sinon, il s'atrophie et meurt, parce qu'il ne peut évoluer et vivre en dehors de son mode d'organisation essentielle. Cette organisation demeure donc identique à celle de la parenté, ou ne peut en différer que d'un degré d'altération insensible pour nous comme pour l'être lui-même. Mais enfin ces altérations peuvent exister dans le temps et dans l'espace. Or, admettons : ou bien que toutes n'agissent pas dans le même sens, alors elles finiront par aboutir à des formes divergentes et plus ou moins éloignées ; ou bien qu'elles agissent dans le même sens, mais avec gradation, et alors nous aurons des transitions entre les formes d'un même type. Mais, dans l'une comme dans l'autre hypothèse, l'effet ne peut se produire qu'en passant par une suite incalculable de modifications insensibles pour nous et dont chacune est si faible qu'elle ne peut pas porter atteinte aux conditions vitales essentielles. L'organisation intime, ainsi modifiée insensiblement, se transmet dans l'évolution comme dans la génération ; et la culture ne pourrait la modifier qu'à la condition d'agir aussi longtemps que les influences antérieures, et dès lors avec une lenteur qui rendrait les résultats inappréciables pour nous.

Il n'en est point autrement de la simple hérédité, qui porte sur ce qu'il y a de moins permanent, d'intercurrent, de contingent, de variable. De même que la formation d'un organe est subordonnée à la formation de l'organe antécédent, ainsi la forme actuelle d'un être est subordonnée, comme résultante, à l'état antérieur par lequel ont passé les antécédents, et participe en bien ou en mal de l'état que le germe a reçu des parents. L'hérédité est constituée par l'ensemble des influences du passé sur les antécédents, lesquelles, en se combinant avec les influences du présent, ont pour résultat de faire de chaque individu d'une espèce un certain individu qui, avec ses différences propres, peut conserver certaines ressemblances avec les individus antécédents. Or, ces influences antérieures peuvent avoir été brusques et violentes comme celles d'une culture forcée, et, dans ce cas, leur transmission est elle-même sans longue durée; une culture défait ce qu'une autre avait fait, et aucune conséquence n'est à tirer de là¹. Ou bien ces influences sont faibles, graduelles et longtemps prolongées, et alors elles aboutissent à ces transmissions ataviques d'habitudes qui semblent participer de l'organisation fondamentale², et qui, pour leur modification, exigent autant de temps que pour leur établissement. Et dès-lors l'absence de modification par une culture passagère ne prouve absolument, pour qui n'a pas d'idées préconçues, que la permanence des influences antécédentes.

Les altérations lentes, longtemps répétées dans le même sens, aboutissent aux *racés* végétales; locales et plus violentes, elles produisent les *variétés*, souvent plus prononcées, mais moins durables que les races; plus fortes enfin, elles déterminent les *variations*, moins durables encore que les variétés.

¹ On peut citer comme exemple, d'après M. Morren, le *Gloxinia speciosa*, Lodd., qui apporté du Brésil, en 1815, avec des fleurs sub-bilabiées et 4 étamines, est arrivé par la culture des serres à des fleurs tubuleuses, régulières, droites, à 5 étamines conniventes. Mais pour si peu qu'on le néglige, il s'abâtardit, disent les jardiniers, et revient à sa forme primitive.

On trouve aussi de très-beaux exemples dans les leçons si riches en faits de M. le professeur Faivre : *De l'influence des milieux sur la variabilité des espèces*, dans la *Revue des cours scient.*, V, p. 22; *La Primevère de Chine et ses variations par la culture*; même *Revue*, VI, p. 428.

² Souvent même on voit des monstruosité se transmettre longtemps par semis, tels que Pavot, Pied d'alouette, Reine-marguerite, etc., doubles; cependant un Pavot double et un simple, provenant de graines d'une même capsule, diffèrent plus entre eux que tel *Papaver* ne diffère d'un autre « par ses feuilles *plus* divisées, à lobe terminal *moins* allongé » (*Diagn. nouv.*, p. 95).

Je n'ignore pas l'extrême difficulté que, là où tout est insensible gradation, il y a à déterminer où finit l'un de ces degrés et où commence l'autre; mais je n'ai point à me préoccuper ici de cette difficulté, puisque l'école dialytique n'admet que les modifications individuelles (inégalité de développement, déviations et monstruosité) (*Orig. arbr. fruit.*, p. 9-10) et rejette absolument, comme nous l'avons vu, les variétés et les races dans le règne végétal. Elle proclame que nos arbres fruitiers, nos légumes, nos céréales, ne sont point des races obtenues et perfectionnées par la culture; suivant elle, ce sont des espèces primitives qui, « à l'état sauvage, ont péri par l'effet du » Déluge, mais qui, à l'état de fruits, de semences ou même de plants », ont été conservées dans l'arche de Noë (*Orig. arbr. fruit.*, p. 89 et 90). Sans contester ce mode de conservation, consigné « dans un récit authentique », on peut se demander pourquoi cette école admet et proclame l'existence de races dans la série animale (*Orig. arbr. fruit.*, p. 25) et la rejette si souverainement dans le règne végétal.

La première raison qu'en donne le chef est toute traditionnelle: après avoir cité le texte de la Genèse relatif à la création des végétaux, il ajoute: « Il résulte de là: 1° qu'il y a des espèces distinctes créées dès l'origine; » 2° que la reproduction par semence est le signe qui doit servir à nous les » faire reconnaître. Il semble de plus en résulter implicitement qu'il n'existe » pas de races parmi les végétaux, parce que, dans l'hypothèse des races, » le signe distinctif de l'espèce étant détruit, l'espèce serait détruite, au moins » pour nous » (*Mém. Æg. trit.*, p. 50). Or, c'est là ce qui, au point de vue de la logique, nous embarrasse le plus; attendu que le texte biblique contient, à l'égard des animaux, les mêmes expressions: « secundum speciem suam » qu'il emploie à l'égard des plantes.

Pourquoi l'auteur fait-il cette différence et accorde-t-il aux animaux, qui ne sont pas l'objet de ses études, ce qu'il refuse aux plantes, dont il multiplie les espèces? Il donne bien une raison de cette différence en alléguant que, « d'une part, la simplicité beaucoup plus grande de l'organisation chez » les végétaux comporte nécessairement moins de flexibilité dans leurs types » spécifiques, et que, de l'autre, la simplicité de leurs conditions d'existence » et de développement donne à l'homme moins d'action sur eux que sur les » animaux » (*Orig. arbr. fruit.*, p. 25). Nous aurions cru, au contraire,

que plus une organisation est simple, plus facilement elle est par nos moyens d'action atteinte dans son ensemble. Nous aurions cru encore que l'influence des agents naturels est bien plus sensible sur les végétaux que sur les animaux. Ces derniers, doués de la faculté de se mouvoir volontairement, peuvent se soustraire par l'émigration, ou même par un léger déplacement, à l'influence d'un milieu devenu plus ou moins nuisible ou seulement désagréable. Les plantes, au contraire, sont fixées au sol ; quelques-unes de leurs semences peuvent bien de proche en proche se disséminer par une sorte de migration ; mais la plupart de ces semences se développent sur place. Et, en tout cas, la plante ne peut, comme la plupart des animaux le font, choisir son lieu de reproduction ni pour elle, ni pour sa descendance, et, là où les circonstances l'ont fait naître, elle et sa descendance, toute l'influence des actions locales. Nous aurions même cru trouver là précisément la cause et des nombreuses modifications végétales et, par suite, de l'extrême difficulté qu'il y a à délimiter les espèces, les races, les variétés et les variations¹. Mais il paraît que c'est une erreur, puisque, en s'appuyant de nouveau « sur les faits expressément consignés » dans nos livres saints » (*Mém. Æg. trit.*, p. 60), le maître affirme qu'il « n'admet pas l'existence de races chez les végétaux, comme il y en a chez les » animaux, d'abord parce que l'existence de ces races n'est pas *vraiment semblable*, ensuite parce qu'elle n'est *nullement prouvée*, enfin parce que » l'admission de ces races conduit, par une conséquence logique très-rigoureuse, à *nier l'espèce* ou à nier la possibilité pour nous de distinguer » et de délimiter avec certitude les espèces parmi les végétaux » (*Mém. Æg. trit.*, p. 60).

Soit. Mais pourquoi l'admission de races produirait-elle logiquement ces conséquences à l'égard de la série végétale, sans les produire à l'égard du règne animal ? Parce que, nous dit le maître lui-même, « avec l'admission » dans les espèces cultivées de races permanentes², il devient impossible de

¹ Voir sur ce point l'opinion de De Candolle (*Théor. élém. bot.*, p. 17 et 18).

² Le raisonnement est présenté en sens inverse dans l'avant-propos des *Diagn. nouv.*, p. 16. On y pose en principe l'absence de races dans les végétaux sauvages, et on en conclut la même absence dans les végétaux cultivés !

La négation de la possibilité des races dans le règne animal conduisait l'école à la conséquence suivante : S'il n'y a pas eu, pour l'espèce humaine, possibilité de varier jusqu'à l'éta-

»distinguer comme espèces une multitude de formes sauvages également permanentes et d'une valeur égale à celle de ces races» (Ibid., p. 61). Plus simplement, l'école n'admet pas les races végétales, parce que cette admission serait la destruction des espèces affines de l'école!

Cette conclusion est aussi la nôtre.

En résumé, nous croyons que la transmission par descendance s'effectuant aussi bien pour les caractères simplement héréditaires que pour la structure essentielle, la culture par semis est un moyen de contrôle spécifique insuffisant et souvent impraticable; et qu'il est plus sûr d'aller chercher les témoignages de l'identité et de la permanence dans la disposition invariable des éléments de l'organisme. Nous espérons aussi que ce mode d'observation pourra épargner à ceux qui l'emploieront ce reproche de «n'aimer» que la science facile», infligé à ses adversaires avec un si cruel dédain par le chef des multiplicateurs (*Mém. Æg. trit.*, p. 52; *Diagn. nouv.*, p. 9, 12, 13, etc.).

XVIII.

Encore quelques mots, et nous aurons terminé avec l'école multiplicatrice.

Nous avons déjà vu que cette école n'emploie l'observation et l'expérience qu'après que «la pensée pure» lui a fourni la notion d'espèce, laquelle notion doit la «régler et la diriger dans ses recherches expérimentales». Partant de là, cette école «identifie, ce sont ses expressions, la notion d'espèce» avec celle d'être ou de substance existante et déterminée» (*Mém. Æg. trit.*, p. 54), et dès-lors considère chaque espèce comme *une entité absolue et immuable*. C'est là pour elle le principe suprême; lui méconnu, «la con-» naissance des êtres, en tant que distincts les uns des autres, se trouve «ébranlée dans sa base fondamentale» (*Mém. Æg. trit.*, p. 53)...; «la» science manque de certitude sur ce qu'il lui importe le plus de connaître»

blissement de races, il faudra admettre autant d'espèces du genre Homme qu'il y a de types divers, et, par suite, la création simultanée d'autant de couples de parents, au lieu du seul couple biblique, créé en deux temps, et alors..... — N'est-il pas permis de se demander si cette conséquence théologique n'est pas la cause de tout ce qu'il y a d'illogique à admettre dans un règne et non dans l'autre, la possibilité de varier jusqu'à l'établissement de races? Mais «la science ne peut être séparée des croyances» (*Diagn. nouv.*, p. 20; 1864!).

(Ibid., p. 63); et enfin il est dit très-explicitement que « la négation de la loi » de l'espèce est quelque chose de très-choquant pour le sens commun de » l'humanité et en même temps de très-funeste pour la science » (*Mém. Æg. trit.*, p. 1).

Qu'il nous soit permis de faire remarquer que se faire de l'espèce une idée autre que celle de l'école, et différencier les espèces autrement que l'école et sur des caractères non observés par elle, n'est point nier la loi de l'espèce, mais seulement une certaine loi que l'école croit être celle de l'espèce. Regarder les espèces comme des formes représentant les diverses évolutions de la vie; admettre que ces formes, demeurant identiques à elles-mêmes dans ce qu'elles ont d'organique, peuvent néanmoins varier à la surface et aux extrémités, sous l'influence des circonstances extérieures; reconnaître que de croisements plus ou moins prolongés peuvent résulter des hybrides féconds, des formes permanentes et nouvelles dont nous connaissons l'origine; croire qu'il faut distinguer et nommer toutes ces formes, mais à la seule fin de s'entendre et sans qu'il y ait le moindre trouble scientifique à réunir deux formes très-voisines et semblables dans leur anatomie; penser que, s'il y a une étude qui doive être poussée à ses dernières limites, c'est moins celle d'une spécification basée uniquement sur des caractères externes que celle de l'organisation intime: de tout cela, rien ne choque le sens commun. Et, encore une fois, si penser tout cela est comprendre l'espèce autrement que l'école, ce n'est point nier toute loi de l'espèce, ce n'est point « nier l'être et toute réalité objective » (*Orig. arbr. fruit.*, p. 8). Une telle opinion nous paraît même plus conforme à l'ordre et à l'harmonie générale, et moins funeste à la science que la proclamation de l'invariabilité absolue de l'espèce, sans possibilité de variation au milieu de circonstances variables, et que le recours à un acte spécial et arrêté de création pour chacune des formes distinctes qui ont été, sont ou seront sur ce globe. Une telle opinion n'est point d'ailleurs inconciliable avec le principe de création; seulement elle n'a point la prétention, sur l'interprétation *personnelle* d'un texte, de limiter et d'amoindrir la puissance créatrice, en l'enfermant dans des actes arrêtés et une période close, en la réduisant à façonner une espèce d'*Erophila* pour les coteaux et une autre pour la plaine, au lieu de faire les végétaux assez flexibles pour se plier par des modifica-

tions graduelles aux changements graduels de leurs milieux, et de leur accorder, dans sa bonté, une faculté d'adaptation qu'on veut qu'elle leur ait interdite. Mais, encore une fois, ce sont là des considérations étrangères à la science d'observation, et si nous nous y sommes de nouveau arrêtés un instant, c'est qu'il nous semble peu juste de dire d'une opinion qu'on n'adopte pas, qu'elle « choque le sens commun », et de ne trouver aux adversaires « un sens pratique très-droit » (*Mém. Æg. trit.*, p. 28) que lorsque sur un point il leur arrive d'être d'accord avec nous.

Au passage où le chef de l'école dialytique pose ses principes et fait en quelque sorte sa profession de foi, il s'est glissé, sans intention, je pense, une substitution de termes qu'il importe de signaler. A la page 49 du *Mémoire sur l'Ægilops triticoïdes*, après que la question a été posée sur la variation ou *variété* (ligne 7), se trouve énoncé ce principe que tout type est « absolument immuable et inaltérable » (ligne 11); puis les diverses affirmations se résument, aux lignes 29 et 30, dans cette conclusion que « la science expérimentale n'a pas constaté un seul exemple de TRANSFORMATION d'espèce ». Il y a dans cette conclusion plus qu'il n'y avait dans les prémisses : dans les unes, il était question de *variabilité*; dans l'autre, de TRANSMUTATION. Or, il y a bon nombre de botanistes qui croient avoir constaté des variations sur les parties extérieures des plantes, puis des retours à la forme la plus commune qu'ils appellent le type; en un mot, une série d'oscillations tantôt dans un sens et tantôt dans un autre, sans avoir jamais pensé à dire pour cela qu'ils ont constaté des *transmutations* d'espèces.

Il y a une immense différence entre la doctrine du *transformisme actuel*, ou non-stabilité des espèces, et celle de la variabilité des caractères extérieurs sur une même espèce.

Cette dernière est tout à fait conciliable avec la stabilité actuelle du type au-dessous des variations de la taille, de la surface et des extrémités. On peut admettre qu'une plante varie dans sa couleur et ses taches, dans la longueur, la largeur et l'acuité de ses sépales, dans l'écartement des branches de ses poils, etc., sans admettre qu'elle aille jusqu'à perdre son organisation fondamentale, et se transformer irrévocablement et sous nos yeux en un autre type. Ce n'est pas l'espèce qui change, ce sont les modifications imposées

par les circonstances variables. Si les faits actuels ne sont pas conformes à l'idée que l'école multiplicatrice se fait de la permanence des espèces, c'est qu'elle ne va pas chercher où il faut le principe de la critique spécifique. En le prenant plus profondément dans l'organisme, elle eût mieux établi sa propre doctrine. Si cette école, d'après son principe que « les vraies espèces sont les » espèces affines » (*Diagn. nouv.*, p. 15), prend pour espèce ce qui ne l'est pas pour autrui, et qu'elle pense ensuite qu'autrui, en admettant des variations sur des espèces qui ne sont point celles de l'école, proclame ainsi la transmutation d'une *espèce affine* Jord. en un autre *espèce affine* Jord., alors qu'on le dise. Mais qu'on n'emploie pas, sans prévenir, ce terme espèce comme s'il était pris « dans son acception ordinaire » (*Diagn. nouv.*, p. 8), et de manière à attribuer à autrui de prétendues constatations de transformations qu'on a ensuite trop de facilité à démolir en faisant allusion aux vrais types, pour lesquels il n'y a pas, en si peu de temps, de transmutation apparente.

Il y a plus. Les transformistes croient, et nous avec eux, que nos types actuels sont venus des types antérieurs, par modifications lentes et insensibles d'arrêt ou de développement, et que nos espèces actuelles, très-constantes en apparence en leur organisation intime, et variables seulement pour nous à l'extérieur et aux extrémités, continuent à subir, avec toute la nature, des modifications lentes. Eh bien ! même de ceux-là aucun ne peut affirmer que nos observations, datant d'hier et de la science contemporaine, aient pu constater un seul fait de transmutation définitive. Pas un seul en effet n'est authentiquement constaté ; pas un seul passage accompli de nos jours d'un type à un autre type. On n'en trouve qu'entre les variations des types ; et si l'on croit avoir, dans la période actuelle, constaté des passages, c'est qu'il ne s'agissait que de ces espèces affines que Lamarck dit « faites avec du plus » ou du moins et que l'on est exposé à voir continuellement paraître et disparaître » (*Dict. encycl.*, au mot ESPÈCE). La transmutation *actuelle et sous nos yeux* est possible sans doute entre ces espèces ; elle ne l'est pas, dans les mêmes limites, entre les types fondés sur des caractères pris dans la forme générale et dans l'organisation intime.

C'est en ce sens qu'on peut dire que notre principe de critique spécifique est favorable à la doctrine de la permanence des espèces, et que l'école

dialytique, par sa méthode de spécification, nuit au dogme qu'elle défend plus qu'elle ne le sert, car elle fournit par ses prétendues espèces occasion de constater partout des cas de transmutation, et expose ainsi au danger de croire qu'il en est de même pour les espèces légitimes.

Terminons en citant ces paroles du maître : « Comme en étudiant les »êtres, nous n'apercevons que leurs apparences extérieures et que ce qui »fait le fond de leur essence échappe à nos sens, il peut très-bien arriver »que nous soyons trompés par les apparences... cette erreur provenant de »ce que nous donnons souvent trop d'importance aux caractères qui ne sont »qu'accessoires, parce qu'ils nous frappent davantage, tandis que nous n'en »donnons pas assez aux caractères vraiment essentiels et spécifiques, parce »qu'ils sont moins apparents. » (*Mém. Æg. trit.*, p. 16). Αὐτὸς ἔφα. Et il est impossible de mieux dire en faveur des comparaisons histotaxiques ; car il est impossible de nier que si l'étude de la disposition relative des tissus ne nous conduit pas à connaître ce qu'en métaphysique on est convenu d'appeler l'essence des êtres, elle ne nous conduise néanmoins à quelque chose de plus fondamental et de plus permanent que ce que donne l'étude des extrémités et de l'extérieur. En nous faisant pénétrer dans la composition intime de l'organisme, elle nous y révèle, au-dessous de la flexibilité avec laquelle il s'adapte aux influences extérieures, la constance de la forme élémentaire et celle de ses développements successifs ; constance et variété également soumises à des lois générales. Ainsi, la constance de la forme, qu'un coup d'œil naïf croyait saisir aux points ultimes, là où aucune feuille ne ressemble à une autre feuille, devient par les comparaisons histotaxiques une certitude.

XIX.

Je crois vrai et valable le principe dont je demande aujourd'hui l'examen. J'en ai fait l'application, dès 1855, sur les Fougères de France¹; et, malgré l'inexpérience et l'imperfection d'un premier travail, ces résultats m'ont paru concluants. Une étude suivie sur les *Equisetum* de France m'a démontré que les caractères extérieurs précédemment employés sont insuffisants et variables; mais qu'aussitôt qu'on s'adresse à la forme et à la répartition des stomates et à des coupes permettant les comparaisons histotaxiques, on a un moyen de déterminer avec sûreté une espèce de ce genre, n'en eût-on qu'un entrenœud. J'ai appliqué le même ordre de recherches aux *Salicornia*, et quelques confrères ont bien voulu me dire que cet essai avait jeté un peu de lumière sur les espèces françaises de ce genre. Enfin, mes travaux sur les *Avena*² et les *Agropyrum* m'ont prouvé que les Graminées se prêtent merveilleusement à l'application de ce procédé de critique spécifique.

C'est là ce qui m'encourage à livrer cette ébauche.

D'autre part, il m'en coûte de la sentir si imparfaite et de voir qu'un sujet si important à mes yeux perdra à être incomplètement exposé; mais cette importance même m'engage à ne plus retarder. La vie est courte, et j'en ai déjà parcouru une grande partie. Si je suis sur une fausse voie, j'ai hâte que les avis des compétents m'en fassent sortir au plus vite. Si au contraire la voie que je suis est bonne et sûre, je ne pourrai jamais trop tôt la signaler à autrui; plus capable la suivra, l'agrandira et saura mieux la faire valoir.

Et aussi, à un autre point de vue, je crois vraiment remplir un devoir.

¹ *Étude sur le pétiole des Fougères*, in Billot, *Annot. fl. Fr. et Allem.*, p. 50 et suiv., 149 et suiv., 245 et suiv.

² *Note sur les caractères que les arêtes et les feuilles peuvent fournir pour la division en sections du genre Avena*, dans le *Bull. de la Soc. bot. de France*, tom. X, p. 50 et suiv.

Nous sommes déjà bien avant dans la seconde moitié du XIX^e siècle, et nous appartenons à l'époque où partout, en histoire naturelle, le courant de la science nouvelle, dirigé par l'expérience, s'est retiré des études de l'extérieur pour se porter vers l'étude des fonctions de la vie, c'est-à-dire du jeu des organes que l'anatomie nous a fait connaître. A notre époque, où l'on comprend enfin à combien peu se réduisent nos connaissances de l'harmonie générale des fonctions des plantes, et même notre connaissance de chacune d'elles, ne faut-il pas mettre toutes les études, même les plus infimes, sur la voie suivie par la science de nos jours ? Est-ce que l'étude continuelle de l'enveloppe nous préparera aux grandes questions de la science moderne ? Non, certes ; elle en détournera plutôt nos regards. Et vraiment ne dirait-on pas que c'est là le but de ceux qui, méconnaissant l'usage qu'on peut tirer des procédés d'analyse autrefois interdits, mais aujourd'hui possibles par la vulgarisation des bons instruments, en reviennent aux anciens procédés de spécification en se bornant à les pousser à l'extrême ? Dans la critique spécifique, s'appuyer sur des textes bibliques, se borner à compter des poils ou à mesurer des dentelures, en laissant de côté l'emploi du microscope, c'est par trop ressembler à ceux qui, en astronomie, voudraient repousser l'emploi du télescope et en revenir à cette époque où une dialectique stérile discutait sur le nombre des cieux solides et sur l'immobilité de la terre en suite du texte : « Terra autem stat et in æternum stabit ».

Tous ceux qui se sont occupés de l'histoire des sciences, Victor Cousin comme Auguste Comte, c'est tout dire, ont proclamé que toutes les sciences aujourd'hui un peu avancées ont traversé trois phases successives : l'une *théologique*, l'autre *métaphysique*, la dernière enfin *positive*. Cela est reconnu. Mais ce serait une erreur de croire que ces phases se succèdent simplement ; elles se juxtaposent longtemps, et, quand la dernière arrive, les autres n'ont pas disparu. Les doctrines métaphysiques et traditionnelles ne sont pas de celles dont les progrès de la science font justice d'un coup. Longtemps elles changent de forme, reparaissent sous un aspect nouveau et se transmettent ainsi d'âge en âge. Au temps où elles florissaient, elles n'ont fait qu'arrêter l'essor des sciences, et en particulier des sciences naturelles. Aujourd'hui qu'ils n'ont plus de vie, ces cadavres de doctrine sont encore un embarras pour ceux qui ont à les trainer avec eux ; pour d'autres, ce sont des

espèces de revenants auxquels on ne croit pas, mais dont on a peur. Et, quelque regret qu'on ait à mentionner ces doctrines auxquelles la science ne devrait même plus avoir à faire allusion, il le faut bien ! Quand, de nos jours, des botanistes consacrent un vrai talent d'observateur et d'écrivain à fonder une école qui subordonne le peu de positif qu'il y a dans la botanique systématique aux doctrines surannées de la scholastique, et qu'on voit sur leurs traces s'élanter de jeunes hommes de valeur et d'avenir, séduits par une fausse déclaration de science expérimentale, est-ce que le devoir n'est pas de leur crier : Cette voie est fausse ! Vous croyez marcher à la conquête du nouveau, du scientifique et du durable, et l'on vous traîne à reculons dans les vieilles ornières abandonnées par nos pères ! Vous croyez vous enrôler sous le drapeau de la science moderne, de la science libre et ne relevant que de l'observation, et l'on vous enrôle sous une bannière en lambeaux, où l'on veut retracer cette devise que l'on y inscrivait il y a dix siècles : *Scientia ancilla theologiæ*.

Montpellier, le 23 décembre 1870.

ANALYSE.

- I. Nécessité de l'étude spécifique.
 - II. Des caractères employés jusqu'à présent dans cette étude.
 - III. De l'histologie et de l'histotaxie.
 - IV. Des comparaisons histotaxiques déjà employées.
 - V. Influences qui les ont fait négliger dans la critique spécifique.
 - VI. Importance de ces comparaisons.
 - VII. Leur véritable rôle.
 - VIII. Distinction des études histologiques et des comparaisons histotaxiques.
 - IX. Examen des objections contre la pratique de ce procédé.
 - X. Résultats de l'emploi de ces comparaisons.
 - XI. Deux écoles de spécification.
 - XII. De l'ancienne école.
 - XIII. De l'école multiplicatrice.
 - XIV. Des antécédents et de l'apparition de cette école.
 - XV. De ses principes métaphysiques et traditionnels.
 - XVI. De son mode d'observation.
 - XVII. De son mode de contrôle.
 - XVIII. Examen de deux propositions.
 - XIX. Conclusion.
-

L'HIVER DE 1870-1871

DANS

LE JARDIN DES PLANTES DE MONTPELLIER,

Par M. Ch. MARTINS.



A Montpellier, comme à Paris et à Bruxelles, il y a eu trois périodes de froid continu, dont les deux premières, celle du 1^{er} au 12 décembre 1870 et du 22 décembre au 5 janvier 1871, se correspondent exactement. La troisième, du 9 au 15 janvier, s'est prolongée à Montpellier, en s'adoucissant un peu, jusqu'à la fin du mois. Le petit Tableau suivant présente les minima moyens, véritable expression du froid dans ces trois périodes, et le minimum absolu avec la date correspondante :

MINIMA MOYENS ET ABSOLUS PENDANT L'HIVER 1870-1871
à Montpellier et à Paris.

Périodes.	MINIMUM MOYEN.		MINIMUM ABSOLU.		DATE du minimum absolu.	
	Paris.	Montpellier.	Paris.	Montpellier.	Paris.	Montpell.
1 ^{re} Période. 1870, décembre 1 à 12 ...	— 3 ^o ,6	— 2 ^o ,6	— 5 ^o ,9	— 8 ^o ,0	5 déc.	8 déc.
2 ^e Période. 22 déc. 1870 à 5 janv. 1871.	— 7 ^o ,2	— 10 ^o ,2	— 11 ^o ,2	— 16 ^o ,1	24 déc.	31 déc.
3 ^e Période. 1871. janv. 9 à 15.	— 4 ^o ,6	— 7 ^o ,9	— 8 ^o ,0	— 13 ^o ,1	15 janv.	15 janv.

Un premier fait à signaler, c'est que dans ces trois périodes les minima absolus sont plus bas à Montpellier qu'à Paris : donc le froid a été plus intense dans le Midi. Les minima moyens de Montpellier sont également plus bas que ceux de Paris dans les deux dernières périodes. Dans la première seule, du 1 au 12 décembre, le froid a été plus persistant à Paris.

Passons à l'étude des *moyennes mensuelles*. A l'Observatoire de Paris, la moyenne de décembre 1870 a été de $-0^{\circ},7$; au Jardin des Plantes de Montpellier, de $1^{\circ},86$. En janvier, la moyenne du Jardin des Plantes de Montpellier a été inférieure à celle de Paris ($-0^{\circ},8$) de $0^{\circ},2$, et celle de février supérieure de $1^{\circ},71$, la moyenne de l'Observatoire ayant été de $6^{\circ},0$. Mais les moyennes mensuelles n'accusant pas les oscillations de la température, nous allons examiner les maxima et les minima moyens de chaque mois en particulier.

Décembre 1870. — A l'Observatoire de Paris, le minimum moyen de ce mois a été de $-2^{\circ},88$; au Jardin des Plantes de Montpellier, de $-2^{\circ},28$. Le froid a donc été à peu près aussi intense dans l'une que dans l'autre station. Il n'en est pas de même pour la chaleur relative de la journée : à Paris, elle s'est élevée en moyenne à $1^{\circ},01$; à Montpellier, à $6^{\circ},00$. Le nombre des jours de gelée à Paris étant de 23, n'a été que de 12 à Montpellier. Ces résultats prouvent ce que la considération des périodes de froid nous avait déjà fait entrevoir : c'est que le thermomètre s'est tenu en moyenne plus haut à Montpellier, mais qu'il s'est abaissé pendant quelques nuits sereines plus bas qu'à Paris. C'est surtout du 22 au 31 du mois que l'écart entre les deux stations a été considérable. A Paris, le minimum moyen de ces dix jours a été de $-7^{\circ},99$; à Montpellier, il est descendu à $-9^{\circ},67$. Le minimum absolu de cette période et de l'hiver ayant été de $-11^{\circ},2$, le 24 décembre, à l'Observatoire de Paris ; le thermomètre est tombé à $-16^{\circ},1$ le 31 décembre, au Jardin des Plantes de Montpellier¹.

Janvier 1871. — Ce mois a été décidément plus froid à Montpellier qu'à Paris. La moyenne permet seulement de le soupçonner, la considération du minimum moyen le démontre. A Montpellier, ce minimum a été de $-5^{\circ},50$; à Paris, de $-2^{\circ},56$ seulement. La comparaison des jours de gelée confirme ces résultats : à Montpellier, il est de 28 ; à Paris, de 19. Néanmoins, comme en décembre, nous trouvons que pendant le jour le thermomètre s'élevait en général plus haut à Montpellier, puisque le maximum moyen a été de $5^{\circ},30$ et de $0^{\circ},75$ seulement à Paris.

¹ Voyez par comparaison une note sur l'hiver de 1868, *Comptes-rendus*, tom. LXVI, pag. 585, 23 mars 1868 ; et Bulletin de la Société d'agriculture de l'Hérault, 1868, pag. 33 et sur l'hiver de 1854-1854, *Mém. de l'Acad. des sciences de Montpellier*, tom. III, pag. 91.

Février 1871. — Beaucoup plus tempéré que janvier dans les deux stations, il a été, comme celui qui le précède, plus froid à Montpellier qu'à Paris. Le minimum moyen étant de 2°,92 dans la capitale, celui que j'ai observé n'est que de 1°,86. De même aussi il y a eu douze jours de gelée dans le Jardin que je dirige, et quatre seulement à Paris. Mais toujours la chaleur de la journée a compensé dans le Midi le froid de la nuit, et relevé ainsi la moyenne. En effet, à Paris, le maximum moyen atteint seulement 9°,17; à Montpellier, il s'élève à 13°,56.

La neige blanchit rarement les champs du Languedoc, et quand elle tombe elle disparaît au bout de peu de jours. Cet hiver, une première chute de 6 centimètres a eu lieu le 4 décembre; une autre de 25 centimètres le 25 du même mois, et une troisième de 5 centimètres le 10 janvier. Cette couche de 30 centimètres a fondu très-lentement, et les dernières flaques persistaient encore, dans les stations ombragées du Jardin, au commencement de février.

Si nous comparons l'hiver dernier à Montpellier aux dix-neuf autres qui l'ont précédé, nous n'en trouvons aucun dont la moyenne soit aussi basse. En effet, la moyenne de ces dix-neuf hivers est de 5°,67, et celle de l'hiver dernier de 5°,16: il a été plus froid relativement que celui de Paris; en effet, à Paris, la différence entre l'hiver 1870-71 et l'hiver moyen déduit de cinquante ans par M. Renou, est de 1°,45; à Montpellier, elle est de 2°,51. Dans les deux hivers les plus rigoureux que j'ai supportés, ceux de 1854 et 1864, les moyennes ont été 4°,20 et 4°,25, nombres supérieurs à celui de 1870-71. Examinons les mois en particulier.

La moyenne de *décembre* déduite des dix-neuf dernières années a été de 5°,60. Jamais dans ce laps de temps elle n'était descendue au-dessous de 3°,0. En décembre 1870, elle a été de 1°,86.

Pour *janvier*, l'écart a été encore plus considérable. La moyenne générale de ce mois (1852-1870) est de 5°,02; la moyenne de janvier 1871 est donc de 5°,12 au-dessous de cette moyenne générale. A Paris, la même différence ne s'élève qu'à 3°,12. Ai-je besoin d'ajouter que dans le Midi la température de janvier n'a jamais été aussi basse? celle de janvier 1855 était encore de 1°,05.

Comme à Paris, *février* a été relativement chaud à Montpellier. La

moyenne générale de ce mois est 6°,40 ; celle de 1871 est donc de 1°,51 au-dessus de la moyenne générale, et je compte cinq hivers, ceux de 1853, 1854, 1860, 1864 et 1865, où elle a été beaucoup plus basse ; en 1860, cette moyenne est descendue à 2°,88. A Paris, l'écart est encore plus considérable, et la moyenne de 1871 étant de 2°,09 au-dessus de la moyenne générale de cinquante ans, ce mois de février a été réellement d'une douceur exceptionnelle.

La température de l'eau d'un grand puits à roue du Jardin de 11^m,50 de profondeur, dont 7 mètres d'eau, était au 1^{er} décembre 1870 de 12°,3 ; au 1^{er} janvier 1871 de 10°,2 ; au 1^{er} février 9°,8 ; au 1^{er} mars 10°,4 ; au 1^{er} avril 10°, 7.

En résumé, quoique la température moyenne de l'hiver dernier à Paris ait été seulement de 1°,83, tandis que celui de Montpellier a pour moyenne 3°,16, il n'en est pas moins vrai que le froid a été plus prolongé et plus rigoureux dans le sud-est que dans le nord de la France, quoique Montpellier soit de 5° 14' plus rapproché de l'équateur que Paris. Mais la cité languedocienne n'est pas sous l'influence du *gulfstream* ; son climat est continental, et l'écart entre la température du jour et celle de la nuit s'accroît beaucoup plus qu'à Paris ; de là, des journées plus chaudes à cause de la sérénité habituelle du ciel, qui permet au soleil de réchauffer le sol et l'air ; mais aussi des nuits plus froides dues à l'intensité du rayonnement nocturne avec un ciel étoilé et un air calme ; car le vent du nord qui régnait pendant le jour tombait presque toujours vers le soir, pour recommencer le lendemain.

Le Tableau suivant présente l'ensemble des résultats numériques contenus dans cette Note. J'ai ajouté comme terme de comparaison les températures enregistrées à l'Observatoire de Bruxelles que M. Quetelet a bien voulu me communiquer. Les moyennes générales de l'hiver à Bruxelles, déduites par lui de l'ensemble des années comprises entre 1835 et 1862 ; sont extraites de son précieux volume sur la *Météorologie de la Belgique comparée à celle du globe*, publié en 1867.

TEMPÉRATURES COMPARÉES PENDANT L'HIVER 1870-1871

A MONTPELLIER, PARIS ET BRUXELLES.

	MONTPELLIER			PARIS			BRUXELLES		
	JARDIN DES PLANTES.			OBSERVATOIRE.			OBSERVATOIRE.		
	Décembre.	Janvier.	Février.	Décembre.	Janvier.	Février.	Décembre.	Janvier.	Février.
Moyennes mensuelles (1870-1871).....	1°,86	— 0°,10	7°,71	— 0°,7	— 0°,8	6°,0	— 0°,79	— 1°,08	4°,74
Minima moyens.....	— 2°,28	— 5°,50	1°,86	— 2°,88	— 2°,56	2°,92	— 3°,29	— 3°,91	1°,94
Minima absolus.....	— 16°,1	— 13°,7	— 3°,6	— 11°,2	— 11°,0	— 4°,6	— 11°,6	— 13°,2	— 11°,6
Nombre de jours de gelée.....	12	28	12	23	19	4	23	24	4
Maxima moyens.....	6°,0	5°,30	13°,56	1°,01	0°,75	9°,17	1°,72	0°,66	7°,54
Maxima absolus.....	11°,0	12°,2	18°,7	14°,5	6°,4	14°,6	13°,4	6°,9	12°,6
Moyennes mensuelles générales	5°,60	5°,02	6°,40	3°,54	2°,32	3°,91	3°,4	2°,2	3°,4
Moyenne de l'hiver (1870-1871).	3°,16			1°,83			0°,96		
Moyenne générale de l'hiver...	5°,67			3°,26			2°,77		

EFFETS DU FROID SUR LES VÉGÉTAUX CULTIVÉS DANS LE JARDIN DES PLANTES.

J'ai attendu pour dresser cette liste la fin du mois de juin, afin de constater quels étaient ceux qui étaient entièrement morts et ceux qui repoussent du pied.

1° VÉGÉTAUX ENTIÈREMENT MORTS.

Cistus ladaniferus, *C. creticus*, *Opuntia ficus-indica*, *O. decipiens*, *Cereus peruvianus*, *Eriobothrya japonica*, *Benthamia fragifera*, *Hovenia dulcis*, *Schinus molle*, *Phytolocca dioica*, *Euphorbia dendroides*, *Cupressus thurifera*.

Phœnix dactylifera, *Chamærops humilis*, *Jubæa spectabilis*, *Corypha australis*, *Agave americana*, *A. mexicana*, *Dasylyrion gracile*.

Parmi ces végétaux, il en est qui ont également péri en 1855¹; ce sont : *Benthamia fragifera*, *Phytolocca dioica*, *Schinus molle* et *Opuntia ficus-indica*.

D'autres, tels que *Cereus peruvianus*, *Eriobothrya japonica*, *Phœnix dactylifera*, *Chamærops humilis*, et *Agave americana*, n'avaient pas souffert. Trois dattiers, trois palmiers nains et un vieux néllier du Japon, qui avaient parfaitement supporté les froids de janvier 1855, ont péri entièrement en 1871. Les deux seuls palmiers qui aient résisté sont : *Chamærops excelsa* et *Sabal Adansoni*. Les autres végétaux n'étaient pas encore plantés en pleine terre dans le Jardin en 1855, mais y avaient déjà passé une dizaine d'hivers. Tels sont : *Jubæa spectabilis*, *Dasylyrion gracile*, *Benthamia fragifera*, *Cupressus thurifera*, *Opuntia decipiens*, et *O. ficus-indica*; ce dernier protégé par un abri en planches couvert de paillassons.

2° VÉGÉTAUX ATTEINTS JUSQU'AUX RACINES, MAIS REPOUSSANT VIGOUREUSEMENT DU PIED.

Pittosporum sinense, *Berberis crataegina*, *B. elegans*, *B. trifoliata*, *B. Fortunei*, *Cocculus laurifolius*, *Capparis spinosa*, *Cistus ledon*, *Opuntia*

¹ Sur le froid exceptionnel qui a régné à Montpellier dans le courant de janvier 1855. (*Mém. de l'Acad. de Montpellier*, tom. III, pag. 91, 1855.)

inermis, *Myrtus communis*, *Anagyris fœtida*, *Dioclea glycinoides*, *Acacia dealbata*, *A. acanthocarpa*, *Calliandra coccinea*, *Ceratonia siliqua*, *Nerium oleander*, *Laurus nobilis*, *Callitris quadrivalvis*, *Pinus canariensis*, *Jasminum revolutum*, *Plumbago capensis*, *Buddleia madagascariensis*, *Convolvulus scammonia*, *Hyosciamus aureus*.

Tous ces végétaux ne souffrent point dans les hivers ordinaires, même lorsque le thermomètre descend momentanément à — 10° pendant la nuit. Les Lauriers du Jardin ne sont pas tous morts; ceux situés dans les points plus élevés ou protégés par d'autres arbres, repoussent sur quelques-unes de leurs branches. En ville, beaucoup de ces arbres placés dans de petits jardins entourés de murs, ont également résisté; cependant de très-vieux individus ont succombé, et je remarque avec étonnement que les jeunes ont relativement mieux résisté que les vieux. Le plus grand Laurier de Montpellier, situé dans le jardin de l'hôtel Nevet, et abrité du nord par des bâtiments élevés, est presque entièrement mort: il en est de même de tous les grands arbres de cette espèce qui ornaient les jardins ou terrasses qui bordent la promenade de l'Esplanade. Si les vieux individus ont péri ou beaucoup souffert, beaucoup de jeunes ont également péri; mais d'autres remplacent leurs feuilles mortes par des pousses nouvelles, sans que l'on puisse se rendre compte, ni par l'exposition, ni par les abris, pourquoi les uns ont survécu, tandis que les autres ont succombé.

3° VÉGÉTAUX ATTEINTS DANS LEURS FEUILLES ET LEURS BRANCHES.

**Camelia japonica* simple, *Punica granatum*, *Poinciana Gilliesii*, **Viburnum Tinus*, **Ligustrum japonicum*, **Diospiros kaki*, *Arbutus unedo*, *A. andrachne*, *Stillingia sebifera*, *Ficus carica*, **Pinus pinea*, **Cupressus torulosa*, **C. pendula*, *C. goveniana*, *C. lambertiana*, **Ruscus aculeatus*.

Ces végétaux ne souffrent jamais dans les hivers ordinaires, et quelques-uns, marqués d'un astérisque, avaient supporté impunément les froids de janvier 1855. Mais si nous comparons dans les deux hivers les mois de décembre et de janvier, nous trouverons que 1870-1871 a été plus rigoureux. En effet, en 1854-1855, le minimum moyen de ces deux mois réunis

a été de $-1^{\circ},64$, et le nombre des jours de gelée de trente-sept. Dans l'hiver de 1870-1871, le minimum moyen de décembre et janvier réunis descend à $-5^{\circ},89$, quoique le nombre des jours de gelée ne soit que de trente, ce qui montre que les gelées nocturnes étaient plus intenses. Dans les deux mois, le même thermomètre, situé à la même place, n'est pas descendu au-dessous de $-16^{\circ},1$.

Les végétaux exotiques et délicats qui n'ont nullement souffert des rigueurs de cet hiver, sont : *Sterculia platanifolia*, *Melia Azedarach*, *Bumelia tenax*, *Albizzia julibrizin*, *Cupressus californica* *Cephalotaxus Fortunei*, *Sabal Adansoni*, *Bambusa mitis*, *B. aurea*, *B. nigra*.

EFFETS DU FROID SUR LES VÉGÉTAUX CULTIVÉS OU SPONTANÉS AUX ENVIRONS DE MONTPELLIER.

La vigne, qui résiste si bien aux froids secs de l'hiver du Languedoc, a souffert sur plusieurs points. En plaine, dans les bas-fonds, des souches ont péri jusqu'aux racines, mais le mal est relativement limité. Il n'en est pas de même des Oliviers, qui ont été atteints d'une manière très-inégale, suivant les districts, suivant les variétés et surtout suivant l'élévation. Ainsi, comme en 1855, je constate qu'entre Montpellier et Nîmes, les Oliviers de la plaine sont tous plus ou moins frappés, ceux des collines épargnés. Dans la région située dans le département du Gard entre Sommières et Saint-Hippolyte et aux environs de Saint-Ambroix, non-seulement les Oliviers, mais les Pins d'Alep et les Chênes-verts, ont été tués dans la plaine comme sur les hauteurs; et par un contraste singulier, près de là, dans le bassin de Sumène, les Oliviers ont à peine souffert, même dans le fond de la vallée. Si l'on se dirige du côté de la mer, on trouve des anomalies semblables: les Oliviers de la Gardiole n'ont été atteints que dans leurs feuilles, et aux Aresquiers, dans la propriété de M. Frédéric Cazalis, les Néfliers du Japon, les Lauriers roses et l'*Anagyris foetida*, qui ont péri à Montpellier, étaient complètement épargnés. Cependant, d'une manière générale, beaucoup de végétaux indigènes ont été frappés dans les parties qui n'étaient pas protégées par la neige. Je citerai les Cistes, *Clematis flammula*, *Rosa sempervirens*, *Rhamnus alaternus*, *Pistacia lentiscus*, *Buplevrum fruticosum*,

Lycium mediterraneum, *Atriplex halimus*, *Mercurialis tomentosa*, *Quercus coccifera*, *Ruscus aculeatus*, *Smilax aspera*.

Je ne puis m'empêcher de faire observer que parmi toutes les plantes sensibles au froid que nous avons mentionnées dans cette Note, la plupart de celles qui sont considérées comme indigènes, puisqu'elles se propagent spontanément dans la campagne, où elles existent de temps immémorial, appartiennent réellement à des groupes exotiques dont elles sont le seul représentant dans le midi de la France ; cesont : l'Olivier, le Laurier d'Apollon, le Grenadier, le Myrthe, les Térébinthes, le Caprier, le Laurier rose ; puis *Anagyris fœtida*, *Viburnum tinus*, *Mercurialis tomentosa*, *Ruscus aculeatus*, *Smilax aspera*. Pour le botaniste philosophe, tous ces végétaux doivent être considérés en réalité comme exotiques, en ce sens que leurs congénères le sont et que leurs formes contrastent avec celles de la Flore méditerranéenne. Plusieurs ont été trouvés dans les terrains de l'époque miocène et ont persisté dans la Flore actuelle, après avoir traversé l'époque glaciaire sans disparaître totalement ; mais leur rareté et leur sensibilité au froid trahissent, comme leurs formes et leurs affinités taxonomiques, une origine paléontologique, et montrent qu'ils ont apparu à une époque où le climat du Languedoc était plus chaud qu'il ne l'est actuellement. Qu'on me permette une comparaison pour montrer combien cette induction est logique et légitime.

Supposons un instant que l'on ne connût pas la date de l'introduction en Languedoc de l'*Agave americana*, de l'*Aponogeton distachyon*, du *Jussiaea grandiflora*, de l'*Onopordon tauricum* et de l'*Opuntia inermis*, espèces toutes actuellement naturalisées : il n'est point de botaniste qui ne serait frappé de leur port exotique et ne s'étonnât de les trouver mêlées à la Flore indigène. La tradition nous apprend qu'elles ont été introduites volontairement par l'homme, et tout s'explique. Sur les autres végétaux cités plus haut, l'histoire est muette : nous savons seulement qu'ils habitent de temps immémorial le midi de la France. Mais les mêmes signes nous dévoilent une origine étrangère différente de celles de la Flore méditerranéenne et de la Flore septentrionale, Flores dont la réunion compose l'ensemble des végétaux qui occupent actuellement les rivages européens de la Méditerranée.



OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

PENDANT L'ANNÉE 1866.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JANVIER 1866.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN.			MIDI.			QUATRE HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.	
	Baromét. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	Baromét. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	Baromét. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	Maximum.	Minimum.
	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.		
1	758,7	9,7	SE faible	755,5	10,7	SO fort	755,5	8,7	S fort	11,5	5,0
2	64,5	2,9	NO faible	65,1	8,3	N faible	64,8	8,5	NNE faible	9,5	2,5
3	65,3	6,3	NE très-faible	63,9	10,2	beau, qq. nuages	63,9	10,2	beau, qq. nuages	11,5	5,5
4	62,8	5,7	NE faible	62,2	9,5	très-nuageux	61,4	10,2	convert	10,5	4,6
5	59,5	8,7	NE faible	58,8	12,2	convert	58,1	10,7	pluie	12,5	7,0
6	57,9	8,7	NE faible	58,1	10,1	convert	58,0	9,7	pluie	11,0	8,0
7	60,8	7,8	NE faible	60,8	10,9	très-nuageux	59,9	8,7	beau, qq. nuages	11,5	7,8
8	58,2	9,2	NO assez fort	56,7	10,6	convert	55,5	11,2	O assez fort	12,4	7,0
9	52,7	9,6	O faible	48,6	13,1	beau, qq. nuages	47,1	7,7	très-nuageux	13,5	7,5
10	52,5	5,1	NO très-fort	52,4	8,4	beau	53,7	7,5	nuageux	9,4	3,0
11	44,0	5,9	E faible	42,2	12,0	convert	43,4	10,7	très-nuageux	12,4	3,8
12	52,6	5,2	beau, qq. nuages	51,0	8,8	beau	55,5	7,2	beau	9,0	3,5
13	63,5	2,2	beau	64,1	7,6	beau	61,5	7,7	beau	8,5	1,5
14	63,6	8,6	beau	64,7	13,0	beau	63,6	12,8	beau	14,4	5,0
15	65,7	7,6	NE faible	65,4	9,7	convert	64,3	10,2	convert	11,0	5,5
16	66,8	6,7	NO faible	66,4	12,2	beau	65,0	11,7	beau	13,0	5,0
17	67,5	10,2	NO assez fort	67,3	13,3	beau	66,6	12,7	beau	14,0	9,0
18	66,2	5,2	NE faible	66,2	11,8	beau	65,4	11,5	beau	13,0	4,5
19	64,4	8,2	NE assez fort	63,9	9,7	convert	63,5	10,6	nuageux	11,0	6,5
20	62,3	9,0	NE faible	61,5	11,7	convert	60,9	11,1	convert	12,0	7,5
21	62,4	8,9	E faible	63,5	9,3	pluie	64,3	11,4	très-nuageux	12,5	8,9
22	67,6	8,7	NE faible	67,9	11,5	très-nuageux	66,7	11,2	beau, qq. nuages	13,0	8,0
23	64,0	3,7	NE faible	61,7	10,3	convert	61,7	10,8	nuageux	12,8	2,5
24	62,8	8,1	NNE fort	64,7	11,2	beau	65,7	11,3	beau, qq. nuages	12,0	6,9
25	70,6	2,3	N très-faible	70,3	8,8	beau	69,3	9,7	beau	10,5	4,5
26	69,4	2,9	N faible	70,4	10,0	presque couvert	69,3	11,2	beau, qq. nuages	12,0	4,0
27	69,0	3,1	N très-faible	68,6	12,7	beau	67,6	11,9	beau	13,0	1,5
28	67,0	4,7	N faible	66,4	11,2	très-nuageux	65,3	11,5	très-nuageux	12,5	2,0
29	63,3	7,8	NNE faible	63,1	12,2	très-nuageux	62,1	12,7	beau, qq. nuages	14,4	6,8
30	62,4	8,6	NO faible	61,6	14,2	beau, qq. nuages	60,1	13,5	beau	14,5	5,5
31	59,2	7,9	E faible	59,3	12,4	convert	58,8	12,0	convert	13,0	5,5
Moyenne du mois	762,22	6,76		761,82	10,89		761,34	10,53		11,99	5,15

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 57,5 millimètres.

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — FÉVRIER 1866.

JOURS du mois	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
	1	758,7	10,7	brouillard	E faible	759,5	13,5	couvert	E très-faible	759,4	41,5	pluie	S très-faible	14,4
2	60,0	13,7	couvert	SO faible	60,3	18,6	nuageux	O assez fort	58,2	16,5	voilé	O faible	19,5	11,0
3	63,6	9,7	beau	NO assez fort	63,7	12,8	beau, qq. nuages	NO fort	63,0	12,5	beau, qq. nuages	NO assez fort	13,5	9,0
4	65,7	9,0	beau	N assez fort	67,3	11,7	beau	N très-fort	66,3	11,5	beau	N fort	12,0	8,0
5	63,7	11,2	presque couvert	NO assez fort	61,8	15,0	beau, qq. nuages	O très-fort	61,7	14,7	nuageux	NO très-fort	16,0	8,0
6	64,8	11,6	nuageux	NO fort	63,5	14,8	très-nuageux	NO très-fort	62,7	14,6	très-nuageux	NO fort	16,6	5,5
7	62,9	12,6	beau, qq. nuages	NO faible	62,2	17,7	beau	O assez fort	61,7	15,7	beau	ONO fort	19,0	11,0
8	63,2	12,5	nuageux	NO assez fort	63,8	16,2	beau	NO fort	62,9	14,2	beau	NO fort	16,6	10,0
9	62,8	6,6	beau	NO faible	62,4	13,7	beau	S faible	61,0	13,1	nuageux	SO faible	14,4	4,0
10	59,1	9,7	couvert	NE faible	58,4	11,6	couvert	SE faible	57,4	11,6	brume	SE faible	12,5	7,0
11	56,5	8,4	brouillard	NO très-faible	54,2	14,6	presque couvert	E faible	52,0	12,7	couvert	E faible	15,0	7,5
12	52,5	10,2	couvert	NO très-faible	53,0	13,7	nuageux	N très-faible	51,8	12,8	beau, qq. nuages	S faible	13,0	8,5
13	52,7	11,2	très-nuageux	NO faible	51,9	11,9	très-nuageux	NO fort	51,9	12,3	très-nuageux	NO assez fort	11,4	4,5
14	59,4	5,6	beau	NO faible	58,2	10,6	beau	N faible	56,2	9,7	beau, vapeurs	SO faible	11,4	4,5
15	53,2	6,0	beau, qq. nuages	SO assez fort	55,5	11,0	nuageux	NO très-fort	55,8	10,7	nuageux	O assez fort	15,5	4,0
16	58,9	7,7	nuageux	O faible	58,7	14,5	nuageux	O assez fort	57,7	14,2	beau, qq. nuages	NO faible	12,0	3,5
17	59,2	8,6	couvert	E faible	59,3	12,5	couvert	E assez fort	58,5	12,3	couvert	SE assez fort	13,4	5,5
18	57,5	9,6	couvert	E faible	56,5	12,0	couvert	E assez fort	55,3	11,7	couvert	SE assez fort	13,0	8,0
19	53,1	12,1	couvert	E assez fort	52,5	14,1	couvert	NE assez fort	51,7	13,3	couvert	SE assez fort	15,0	10,0
20	50,8	9,8	couvert	E faible	50,8	11,5	pluie	E faible	50,4	12,9	pluie	E faible	13,2	10,0
21	52,8	8,6	pluie	NO faible	51,2	10,7	pluie	N faible	55,0	9,2	pluie	NO assez fort	12,5	8,5
22	58,5	5,3	beau, qq. nuages	NO faible	59,7	9,3	couvert	NO faible	59,8	9,0	couvert	NNO assez fort	11,5	4,9
23	59,4	4,7	beau, qq. nuages	NO faible	57,7	10,1	cirrus	S faible	56,5	10,6	beau, qq. nuages	NNO assez fort	11,2	3,5
24	55,8	8,8	beau, qq. nuages	NNO fort	55,5	13,2	beau, qq. nuages	N très-fort	55,2	11,3	beau, qq. nuages	N très-faible	13,5	4,0
25	55,8	5,8	beau	NO assez fort	51,6	10,9	beau	NE assez fort	52,3	11,4	beau	NE faible	12,3	3,5
26	50,1	2,2	très-nuageux	N faible	49,0	6,6	pluie	NNE faible	46,8	7,9	presque couvert	NE faible	8,5	0,3
27	45,4	10,2	couvert	S assez fort	44,7	12,7	couvert	SE assez fort	42,3	12,2	couvert	SE très-fort	13,7	7,5
28	41,4	8,7	nuageux	NNO faible	42,6	11,0	couvert	ENE faible	41,7	11,0	couvert	NE faible	12,4	6,9
Moyenne du mois.	757,09	8,96			756,95	12,73			756,01	12,23			13,81	6,86

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 85,38 millimètres.

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — MARS 1866.

JOURS du mois	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. intérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	744,6	5,5	couvert	NE fort	743,4	12,5	brume	SE fort	742,0	12,5	couvert	SE assez fort	14,0	4,0
2	44,6	12,1	très-nuageux	SE assez fort	44,5	13,6	couvert	SE assez fort	43,7	12,7	pluie	SE faible	14,4	7,9
3	42,3	9,7	pluie	ENE faible	42,6	10,4	pluie	NE assez fort	43,9	9,3	pluie	NE faible	11,3	9,5
4	49,3	7,8	très-nuageux	E assez fort	48,7	13,2	très-nuageux	ESE fort	47,4	12,5	couvert	SE fort	15,5	6,5
5	47,0	12,2	couvert	SE faible	47,1	12,7	brume	S faible	46,4	9,4	pluie	O faible	14,2	11,0
6	48,9	7,5	très-nuageux	O assez fort	49,2	10,2	nuageux	O fort	49,2	8,9	beau, qq. nuages	NO assez fort	11,0	6,0
7	50,6	5,2	beau, qq. nuages	O faible	49,7	12,7	beau, qq. nuages	O fort	48,0	11,4	beau, qq. nuages	SO fort	11,0	3,0
8	46,6	6,3	couvert	O faible	45,6	9,6	couvert	O fort	44,4	10,1	nuageux	O fort	11,0	4,0
9	46,8	5,3	beau	NNO faible	47,8	10,1	beau, qq. nuages	N faible	49,0	8,6	beau	NNO fort	10,5	1,9
10	51,6	5,5	beau	ONO assez fort	52,0	10,2	nuageux	N assez fort	53,5	8,5	couvert	ENE faible	12,0	4,5
11	60,7	3,7	beau	NNE faible	61,0	9,7	beau	NE faible	60,5	11,2	beau	S faible	12,0	1,0
12	62,2	3,5	beau	N faible	60,5	9,7	beau	S faible	57,1	10,7	beau	SE faible	11,7	0,2
13	51,3	6,6	beau	NO faible	48,8	10,7	beau, qq. nuages	NO assez fort	46,1	9,5	très-nuageux	ONO assez fort	12,5	3,0
14	44,1	6,5	beau	NO fort	43,6	9,0	beau, qq. nuages	NO très-fort	43,5	8,5	beau, qq. nuages	N très-fort	10,0	4,5
15	45,8	2,7	beau	NNO faible	45,8	7,0	beau, qq. vap.	NE assez fort	45,4	8,5	presque couvert	SE assez fort	10,7	1,0
16	44,8	11,8	couvert	SSE fort	44,7	13,2	couvert	S très-fort	43,3	12,7	couvert	SE très-fort	15,1	7,5
17	42,8	10,2	nuageux	N faible	44,2	15,6	nuageux	NE faible	43,2	14,0	voilé	S assez fort	16,5	7,0
18	44,4	11,1	beau	O faible	46,0	14,9	beau, cirrus	S faible	44,9	13,7	nuageux	E faible	15,4	6,8
19	35,5	12,7	couvert	S très-fort	32,1	15,2	nuageux	S très-fort	38,0	12,7	beau, qq. nuages	ONO très-fort	16,3	9,5
20	39,8	10,5	couvert	NE assez fort	38,5	14,6	presque couvert	SE assez fort	37,8	14,2	pluie	SE faible	15,9	7,0
21	40,5	6,6	pluie	N faible	41,1	10,7	couvert	NO faible	40,8	12,8	nuageux	NE faible	14,0	5,5
22	47,9	9,6	nuageux	NO très-fort	49,8	11,2	beau, qq. nuages	NO très-fort	50,9	11,7	beau	NO fort	12,6	7,5
23	57,5	5,8	beau	NO faible	56,5	12,6	beau	N faible	56,2	13,2	beau	E faible	14,5	1,9
24	53,1	11,3	couvert	E faible	53,5	13,6	pluie	E faible	52,5	11,7	pluie	E faible	14,6	7,0
25	58,5	10,9	nuageux	NO fort	58,7	14,2	nuageux	NO très-fort	58,4	14,7	nuageux	NO fort	15,7	8,5
26	64,1	14,8	beau	N faible	63,7	15,6	beau	N faible	62,8	17,0	beau, qq. nuages	NE faible	17,5	7,0
27	63,7	10,7	beau, qq. nuages	NO faible	63,4	16,7	beau, qq. nuages	N faible	61,6	17,9	beau	S faible	19,0	5,5
28	63,3	13,0	presque couvert	N très-fort	63,2	16,9	presque couvert	N fort	62,2	17,7	presque couvert	N assez fort	18,6	9,9
29	63,0	14,5	nuageux	NO assez fort	61,9	15,1	très-nuageux	NO très-fort	60,3	14,9	très-nuageux	NNO fort	17,0	9,9
30	61,8	15,7	beau	N fort	61,4	19,2	beau, qq. nuages	NNE très-fort	60,2	18,9	très-nuageux	N très-fort	20,3	10,5
31	58,0	15,9	très-nuageux	NO fort	57,0	19,8	nuageux	NNO fort	56,0	18,1	nuageux	NO très-fort	20,5	14,0
Moyenne du mois	750,81	9,10			750,51	12,92			749,98	12,52		14,46	6,04	

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois: 68,38 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — AVRIL 1866.

JOURS du mois	HUIT HEURES DU MATIN.			MIDI.			QUATRE HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.				
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	732,2	13,5	très-nuageux	O faible	730,9	16,3	couvert	OSO faible	749,6	12,2	pluie	SO faible	18,5	10,0
2	46,9	8,7	beau, qq. nuages	NO fort	47,2	13,6	très-nuageux	NE faible	47,1	13,7	très-nuageux	NO faible	16,0	6,0
3	48,6	5,7	pluie	NNE faible	47,4	41,0	couvert	E faible	46,9	8,4	convert	NNO faible	13,5	4,2
4	54,1	9,7	beau	N faible	54,4	42,9	nuageux	SE faible	54,2	12,6	beau	S faible	13,0	3,0
5	54,5	7,2	convert	NO faible	53,7	13,5	beau	E faible	52,9	13,2	nuageux	S faible	13,7	3,0
6	51,9	10,2	beau	S assez fort	51,8	17,2	beau	S assez fort	51,9	15,2	beau	SSE faible	17,2	5,9
7	54,8	12,9	convert	NE fort	56,1	15,2	convert	S fort	56,4	14,2	convert	S fort	16,0	9,5
8	53,8	8,7	pluie	NE fort	56,8	8,8	convert	NE fort	56,6	6,7	pluie	NE fort	11,6	8,5
9	37,7	8,7	très-nuageux	NE assez fort	57,9	12,0	très-nuageux	E assez fort	58,2	9,9	pluie	E assez fort	14,0	6,0
10	39,9	9,6	nuageux	NE faible	59,9	14,6	très-nuageux	SE faible	59,0	13,7	nuageux	SE faible	16,5	4,5
11	58,1	11,9	très-nuageux	NE faible	57,9	15,8	très-nuageux	S fort	57,2	15,6	voilé	SE fort	17,4	7,5
12	59,6	14,2	très-nuageux	SE faible	59,5	18,6	voilé	SE faible	58,7	18,6	beau, qq. nuages	S faible	20,0	12,5
13	59,4	17,6	beau, cirrus	N faible	59,5	21,6	beau, cirrus	NE faible	59,4	18,7	nuageux	SO faible	23,0	11,6
14	59,7	14,6	convert	E faible	60,3	18,7	presque couvert	SO faible	60,2	17,2	convert	NO fort	20,0	13,0
15	63,5	13,2	beau	NO très-fort	61,8	17,2	beau	N très-fort	61,0	18,7	beau	NO fort	18,8	10,0
16	61,2	11,2	beau	NE fort	63,4	19,9	beau	NE fort	62,6	17,7	beau, qq. nuages	S faible	21,0	7,5
17	62,9	14,6	beau, cirrus	E faible	62,0	18,6	nuageux	SE faible	60,7	16,6	nuageux	S faible	19,4	7,8
18	59,6	13,7	nuageux	NE assez fort	59,1	16,7	convert	NE faible	58,9	14,7	convert	NE assez fort	18,7	9,5
19	58,1	16,2	beau	NE faible	57,4	21,5	beau	SE faible	56,4	19,6	beau, qq. nuages	S faible	22,0	8,5
20	57,9	15,5	convert	E faible	57,9	17,2	convert	S faible	57,8	15,7	convert	S faible	18,7	12,9
21	59,2	16,2	beau	NO assez fort	59,2	19,6	beau, qq. nuages	N fort	59,3	20,3	beau, qq. nuages	N fort	21,5	10,0
22	59,7	15,6	beau	N fort	58,3	18,9	beau	N très-fort	57,3	20,6	beau, qq. nuages	NE assez fort	21,0	10,5
23	56,3	13,9	beau	E faible	55,6	19,2	nuageux	E fort	55,5	17,2	beau, qq. nuages	S assez fort	21,0	10,5
24	60,1	11,2	pluie	NE faible	60,6	14,4	convert	S faible	60,3	13,7	convert	ESE faible	16,0	10,5
25	61,4	13,6	convert	NE faible	60,8	17,6	nuageux	S faible	60,1	16,2	convert	S faible	19,5	10,0
26	59,3	13,6	cirrus	NE faible	59,2	18,2	convert	S faible	58,9	17,3	presque couvert	SE faible	19,4	9,0
27	58,2	15,5	beau, qq. nuages	E faible	57,7	20,0	beau, qq. nuages	SE fort	56,5	17,0	beau, qq. nuages	SE assez fort	21,0	12,5
28	53,2	16,7	beau, qq. nuages	NE faible	54,6	20,3	voilé	SE fort	53,8	18,7	très-nuageux	SE faible	21,5	11,5
29	51,1	15,9	convert	S assez fort	51,1	16,0	convert	S assez fort	49,9	16,6	convert	S faible	17,5	14,5
30	45,1	16,7	convert	SE fort	45,1	17,7	convert	S fort	44,5	17,8	presque couvert	SE faible	19,6	14,0
Moyenne du mois	756,30	12,98			756,67	16,76			756,16	15,61			18,37	9,20

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 60,25 millimètres.

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — MAI 1866.

JOURS du mois	HUIT HEURES DU MATIN.			MIDI.			QUATRE HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.	
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	Maximum.	Minimum.
	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.	État du ciel.
1	743,8	15,9	couvert	743,7	19,6	presque couvert	742,7	13,2	pluie	21,5	13,8
2	46,9	44,6	nuageux	47,8	18,5	beau	49,2	18,6	beau	19,4	12,0
3	53,0	45,3	beau	53,7	19,6	beau	53,6	18,6	nuageux	21,4	10,5
4	55,9	46,9	nuageux	56,3	19,4	très-nuageux	56,2	18,3	presque couvert	21,0	11,8
5	59,4	15,2	couvert	59,9	18,6	très-nuageux	59,5	19,3	nuageux	20,6	13,0
6	59,9	44,4	couvert	59,5	20,0	couvert	58,9	19,6	très-nuageux	23,0	11,5
7	58,1	49,6	beau, cirrus	57,7	23,6	cirrus	56,6	24,2	très-nuageux	26,5	14,0
8	57,8	49,5	nuageux	57,6	23,6	nuageux	56,7	24,6	beau, qq. nuages	26,0	16,0
9	57,0	20,0	beau	56,6	25,6	beau	55,5	25,2	beau, qq. nuages	27,0	14,0
10	58,0	20,6	nuageux	58,0	23,6	nuageux	57,0	23,4	beau	25,4	17,0
11	59,4	47,9	beau, qq. nuages	58,9	23,5	beau	56,9	24,4	beau	26,0	13,0
12	57,9	45,6	très-nuageux	57,7	16,7	beau, qq. nuages	56,7	16,2	très-nuageux	19,2	11,0
13	57,1	44,9	nuageux	56,7	16,9	très-nuageux	56,2	15,7	très-nuageux	18,5	10,8
14	59,6	44,3	beau	59,7	17,1	beau	58,9	17,0	nuageux	18,3	9,0
15	58,5	46,2	très-nuageux	58,9	17,5	qq. gouttes	58,1	18,2	nuageux	18,7	10,5
16	60,8	44,6	beau	60,0	19,1	beau	58,8	20,6	beau	21,5	6,0
17	60,2	47,6	beau	59,3	21,1	beau	58,0	22,4	beau	23,7	10,5
18	58,2	47,0	beau	58,1	21,0	beau	56,6	19,8	beau	23,0	9,0
19	59,0	46,2	nuageux	59,7	20,2	nuageux	59,6	18,6	beau	21,1	10,5
20	60,8	47,2	beau, qq. nuages	60,2	20,6	beau	59,2	19,2	beau	21,5	9,0
21	58,5	47,3	nuageux	58,0	21,2	beau	56,9	20,0	nuageux	22,1	9,5
22	56,6	47,7	nuageux	56,5	19,8	très-nuageux	55,4	19,2	presque couvert	21,0	12,5
23	54,2	47,7	très-nuageux	54,1	22,6	très-nuageux	53,2	20,1	très-nuageux	24,0	13,0
24	52,2	46,6	couvert	50,8	16,2	brume	49,8	16,7	couvert	18,0	13,5
25	47,1	19,6	très-nuageux	47,0	21,6	très-nuageux	45,8	17,5	pluie	23,0	15,5
26	51,2	49,6	beau	51,5	23,8	nuageux	51,4	23,1	pluie	26,0	14,0
27	54,0	49,6	beau, qq. nuages	53,9	22,5	beau, qq. nuages	53,6	21,0	nuageux	23,5	13,5
28	55,4	47,5	couvert	55,5	18,4	couvert	55,0	18,7	couvert	21,8	16,0
29	52,8	47,9	couvert	52,4	19,6	couvert	52,3	16,2	couvert	21,0	16,5
30	51,0	48,6	presque couvert	53,6	20,6	nimbus	53,0	20,6	très-nuageux	21,8	11,0
31	52,9	47,6	voilé	52,4	19,8	voilé	50,7	18,6	couvert	21,4	11,5
Moyenne du mois	755,81	47,90		755,67	20,38		754,90	19,67		22,17	13,34

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 31 millimètres.

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JUIN 1866.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN.			MIDI.			QUATRE HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.			
	Baromét. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	Baromét. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	Baromét. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	751,0	20,6	S assez fort	752,0	21,1	S très-fort	752,4	20,4	S très-fort	couvert	S très-fort	23,3	15,5
2	51,3	18,2	E fort	51,7	20,4	ESE fort	51,5	19,5	SE fort	couvert	SE fort	22,5	15,9
3	53,9	20,2	E faible	54,1	20,2	SE assez fort	53,9	18,7	NO assez fort	pluie	S assez fort	21,5	15,7
4	58,0	18,0	NO assez fort	58,1	20,5	NO assez fort	58,2	22,5	S assez fort	beau, qq. nuages	O assez fort	24,0	11,8
5	60,1	19,7	N faible	59,6	21,6	beau, qq. nuages	58,8	23,0	S assez fort	très-nuageux	S assez fort	25,7	11,5
6	60,3	20,5	beau	59,4	24,2	beau, qq. nuages	58,4	24,5	N faible	beau	NNE faible	26,5	14,9
7	59,1	23,6	N faible	58,8	26,1	beau	57,5	27,9	N assez fort	beau	NNE faible	28,5	14,5
8	58,7	25,4	N faible	58,9	28,1	beau	58,3	29,7	NE assez fort	beau	SE faible	30,5	17,0
9	60,0	26,6	N faible	59,6	30,6	beau	59,1	31,1	E faible	beau	S faible	32,7	19,0
10	61,1	24,6	N très-faible	60,9	29,6	beau	59,7	27,7	E faible	beau, vapeurs	S assez fort	31,5	18,5
11	60,7	27,6	N très-faible	59,4	32,8	beau, qq. nuages	57,9	32,4	N faible	nuageux	S faible	35,4	18,5
12	56,1	25,6	E faible	55,1	26,6	beau	53,9	25,9	SE faible	beau, qq. nuages	SE faible	29,3	18,9
13	55,0	21,6	NO faible	55,0	28,4	nuageux	54,5	22,8	S assez fort	couvert	NO faible	29,5	19,0
14	55,6	16,8	NNE faible	55,8	19,6	couvert	55,9	21,0	NNE faible	nuageux	ONO assez fort	23,5	16,0
15	59,5	19,8	N assez fort	59,4	25,1	beau	58,1	25,5	NE assez fort	nuageux	N faible	26,4	13,5
16	57,2	21,5	NO fort	56,1	24,1	beau	54,8	25,4	N assez fort	beau, cirrus	NO fort	26,0	16,5
17	53,9	21,4	NO très-fort	53,9	22,0	très-nuageux	54,3	21,6	NO très-fort	très-nuageux	NO très-fort	23,0	16,5
18	56,0	18,7	NNO assez fort	55,1	25,1	beau	54,6	24,6	SSE faible	beau	S faible	26,5	12,0
19	58,2	20,0	N faible	58,4	25,1	beau, cirrus	58,3	24,6	S faible	beau	S assez fort	27,0	13,0
20	60,7	23,0	NE faible	59,7	30,0	nuageux	58,8	28,9	SSE faible	beau	SSE assez fort	31,0	16,5
21	58,1	23,4	E faible	57,7	25,4	très-nuageux	56,7	23,6	E faible	beau	SSE assez fort	26,8	17,0
22	57,7	23,6	NE faible	57,4	28,1	très-nuageux	56,7	28,8	SE assez fort	nuageux	SSE assez fort	31,0	15,0
23	58,0	25,1	NE faible	58,0	29,6	très-nuageux	57,4	28,5	SE assez fort	beau, qq. nuages	S faible	31,5	17,5
24	58,6	27,0	S faible	57,3	29,1	très-nuageux	56,8	27,6	SSE faible	très-nuageux	S assez fort	32,4	16,5
25	55,2	27,0	SE faible	54,7	27,9	cirrus	53,5	27,6	SE faible	très-nuageux	S faible	29,5	19,5
26	54,6	26,0	NE faible	54,6	29,4	nuageux	54,2	26,9	SSE faible	beau, qq. nuages	SSE faible	30,5	20,0
27	56,1	22,6	SE faible	56,1	27,7	très-nuageux	56,0	26,6	S assez fort	très-nuageux	SO assez fort	30,5	20,5
28	55,4	25,3	N assez fort	55,3	31,1	très-nuageux	55,2	27,9	S assez fort	presque couvert	S faible	33,3	18,5
29	56,0	23,6	S faible	56,3	28,5	très-nuageux	56,2	26,2	SSE faible	couvert	SSO assez fort	30,5	22,0
30	58,2	24,4	E faible	57,6	27,6	nuageux	57,6	24,8	O assez fort	très-nuageux	NO fort	29,5	18,5
Moyenne du mois.	757,24	22,72		756,97	26,17		756,41	25,57				28,33	16,66

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 28 millimètres.

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — JUILLET 1866.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN.			MIDI.			QUATRE HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		
	Baromét. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	État du ciel.	Vent.	Baromét. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	757,7	23,4	NO fort	très-nuageux	NO très-fort	756,7	24,5	ONO fort	très-nuageux	ONO fort	26,5	19,0
2	55,0	24,6	NO fort	nuageux	O fort	52,1	26,5	S fort	nuageux	S fort	29,0	17,5
3	55,3	19,5	NVO fort	beau, qq. nuages	O très-fort	54,3	23,3	O fort	beau, qq. nuages	O fort	25,0	16,5
4	56,6	22,5	N faible	beau, qq. nuages	S faible	55,5	26,4	SO faible	beau, qq. nuages	SO faible	30,0	14,5
5	54,1	24,0	NO très-faible	beau	SSO faible	52,5	27,7	S assez fort	nuageux	S assez fort	31,0	16,5
6	55,2	22,1	N faible	beau	S faible	54,2	26,6	S faible	beau, qq. nuages	S faible	29,5	18,0
7	57,8	22,1	N faible	nuageux	NO fort	58,6	25,2	NO fort	nuageux	NO fort	26,5	19,0
8	63,8	20,6	NO assez fort	voilé	NO fort	62,6	25,9	N très-fort	beau	N très-fort	26,5	16,0
9	61,8	23,1	N faible	beau	NE faible	62,6	30,3	S faible	beau	S faible	31,5	15,0
10	62,8	25,6	N très-fort	beau	NNE très-fort	60,9	31,5	NE fort	beau	NE fort	32,3	18,5
11	61,0	26,7	NE fort	beau	E faible	60,5	29,6	S faible	beau	S faible	33,0	21,0
12	61,3	28,6	NE faible	beau	S faible	60,6	31,6	S faible	beau	S faible	34,5	18,0
13	60,9	27,5	NE faible	beau	S faible	60,4	29,4	S faible	beau	S faible	32,5	17,5
14	61,5	27,6	NE faible	beau, qq. nuages	S faible	58,8	29,5	S assez fort	beau, cirrus	S assez fort	31,4	18,0
15	60,2	25,8	NE faible	beau	S assez fort	56,3	28,4	S assez fort	beau, cirrus	S assez fort	32,5	19,0
16	56,2	23,6	NE faible	beau, vapeurs	S assez fort	55,4	27,5	S faible	très-nuageux	S faible	31,4	19,0
17	56,6	24,6	SE faible	beau, vapeurs	S faible	53,8	27,6	S faible	beau	S faible	32,0	18,5
18	54,9	25,3	NE faible	nuageux	S faible	54,7	27,6	S faible	presque couvert	S faible	29,0	20,0
19	54,6	25,6	NE faible	très-nuageux	O assez fort	54,6	27,4	NO fort	beau, qq. nuages	NO fort	29,0	18,5
20	58,4	23,6	N assez fort	beau, qq. nuages	N fort	57,4	27,4	NO fort	beau	NO fort	31,4	19,0
21	59,5	24,0	N faible	beau	N fort	57,4	27,4	NO fort	beau	NO fort	31,4	19,0
22	57,8	25,1	N faible	beau	NNE faible	57,3	28,4	S faible	beau	S faible	30,5	18,0
23	53,3	25,4	E faible	très-nuageux	E faible	52,8	29,5	S faible	beau	S faible	31,5	19,5
24	51,2	24,1	S faible	couvert	SE faible	52,9	30,1	NE fort	beau, qq. nuages	NE fort	33,3	21,5
25	56,6	23,5	NO fort	beau, qq. nuages	N très-fort	56,9	27,1	N fort	nuageux	N fort	28,5	19,5
26	59,5	24,1	N faible	beau	N assez fort	56,4	29,6	N faible	beau	N faible	30,5	18,0
27	56,2	24,4	N faible	beau, qq. nuages	NNO faible	53,2	29,6	N faible	très-nuageux	N faible	31,4	17,9
28	54,0	23,4	ONO assez fort	beau	NO fort	52,1	27,8	N très-fort	très-nuageux	N très-fort	30,4	19,0
29	52,6	24,6	NO fort	nuageux	NO très-fort	53,4	25,1	NO très-fort	beau, qq. nuages	NO très-fort	26,8	20,0
30	55,3	23,4	NO assez fort	beau	NO assez fort	53,0	28,5	SSE faible	beau	SSE faible	30,0	18,5
31	53,1	25,1	OSO faible	beau	NO fort	53,4	24,4	NO fort	beau, qq. nuages	NO fort	27,2	17,0
Moyenne du mois.	757,52	24,34				757,17	26,14				30,45	18,27

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 9 millimètres.

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — AOUT 1866.

JOURS du mois	HUIT HEURES DU MATIN.			MIDI.			QUATRE HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.				
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	757,4	21,8	beau	N assez fort	756,7	25,4	beau	N fort	755,2	27,8	beau	N assez fort	28,5	15,0
2	56,5	21,6	très-nuageux	OXO faible	55,3	26,6	presque couvert	S assez fort	55,2	25,0	couvert	SO assez fort	29,1	15,2
3	57,8	22,4	beau	NO très-fort	58,7	24,4	nuageux	N très-fort	58,6	25,0	beau	NO très-fort	28,0	17,8
4	59,7	25,3	beau	N faible	58,0	29,5	beau	N faible	56,0	30,9	beau	NO assez fort	31,6	19,5
5	55,4	24,6	beau, qq. nuages	NO fort	54,3	27,5	nuageux	NO fort	55,4	23,6	couvert	NO fort	29,5	20,0
6	58,3	19,9	beau	N assez fort	57,6	24,2	beau	N assez fort	56,7	25,0	beau	SE faible	26,5	15,5
7	56,6	17,8	couvert	NE faible	56,7	24,1	couvert	SE faible	56,1	21,6	couvert	SO faible	26,5	13,8
8	56,1	22,1	presque couvert	NE faible	56,5	23,1	couvert	S faible	55,6	21,8	couvert	SO faible	24,5	16,6
9	56,7	21,1	beau, qq. nuages	NNO fort	56,5	25,0	nuageux	NO assez fort	53,2	25,1	nuageux	NO assez fort	27,0	16,5
10	54,4	23,5	nuageux	SO faible	53,5	27,5	très-nuageux	NO fort	53,1	26,1	très-nuageux	NO très-fort	29,5	19,5
11	59,8	19,1	beau, qq. nuages	NO très-fort	60,4	21,6	beau, qq. nuages	NO très-fort	60,4	22,7	nuageux	NO très-fort	23,3	16,0
12	61,3	20,5	cirrus	NO fort	59,0	24,3	très-nuageux	NO fort	57,5	23,1	couvert	NO fort	26,5	13,5
13	53,2	23,3	très-nuageux	NO fort	51,9	25,6	nuageux	N très-fort	52,9	24,4	beau, qq. nuages	N très-fort	27,0	17,9
14	56,2	21,6	beau, qq. nuages	NO fort	56,0	25,1	beau	NO très-fort	55,4	24,5	beau, qq. nuages	NO fort	25,5	16,5
15	56,7	23,1	beau	N faible	56,6	26,3	beau	N faible	55,0	28,1	beau	N faible	29,4	18,0
16	57,5	23,6	beau	N faible	56,6	26,1	beau	SE faible	55,4	28,1	beau	NO faible	29,5	15,5
17	55,6	21,2	beau	NO faible	55,6	28,8	beau	SO faible	53,6	28,8	beau	NO fort	31,3	18,0
18	56,0	23,5	beau	NO faible	55,6	28,8	beau	NE faible	54,8	28,1	beau	S faible	31,4	17,5
19	53,9	21,6	couvert	SE faible	55,5	25,4	beau, qq. nuages	SE assez fort	54,9	22,6	presque couvert	S assez fort	26,7	19,0
20	51,4	21,5	couvert	SE faible	52,6	25,8	nuageux	S faible	52,7	25,3	nimbus	S faible	28,5	20,0
21	53,9	22,6	beau	NO assez fort	54,3	25,8	beau, qq. nuages	NO fort	54,8	26,4	beau	NO très-fort	27,7	16,0
22	57,1	22,0	beau	NO faible	56,9	27,1	beau	N faible	55,7	27,5	beau	S faible	29,4	16,5
23	57,8	23,1	beau, cirrus	NE faible	57,6	27,6	beau, qq. nuages	SE faible	57,4	25,1	presque couvert	S faible	29,0	15,0
24	57,6	19,6	pluie	NNE faible	57,6	25,1	nuageux	N faible	58,5	19,5	pluie	NE faible	28,0	18,5
25	59,2	22,0	beau	NNO très-faible	58,6	26,6	beau	N très-faible	56,1	27,1	beau	SSO faible	28,5	17,0
26	59,8	23,6	beau	NNE faible	59,9	28,0	beau	ENE faible	59,3	26,1	beau	SSO faible	29,0	18,0
27	60,4	23,4	couvert	NE faible	59,9	24,5	couvert	S faible	58,9	22,1	couvert	S faible	25,5	20,0
28	51,0	18,2	pluie	NE faible	51,5	23,6	couvert	S fort	50,1	18,0	pluie	N faible	24,4	16,5
29	54,5	18,0	beau, qq. nuages	NO faible	54,1	20,5	beau, qq. nuages	NO fort	52,9	21,6	beau, qq. nuages	NO fort	23,0	13,5
30	55,1	18,6	très-nuageux	NO assez fort	56,4	23,4	beau, qq. nuages	NO fort	56,3	24,2	beau, qq. nuages	N assez fort	24,7	16,5
31	59,6	19,6	très-nuageux	NNE faible	60,3	23,4	couvert	NE faible	59,2	23,5	très-nuageux	E faible	27,0	14,9
Moyenne du mois.	756,96	21,80			756,55	25,56			755,82	24,80			27,55	16,97

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 147 millimètres.

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — SEPTEMBRE 1866.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN.			MIDI.			QUATRE HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	Vent.	État du ciel.	Vent.	Maximum	Minimum
1	739,4	19,5	O faible	voilé	N faible	737,5	21,6	très-nuageux	NO faible	SO faible	25,5	16,0
2	55,8	20,7	NO faible	beau, qq. nuages	S assez fort	53,8	28,4	beau, qq. nuages	S assez fort	N fort	25,6	16,0
3	57,3	20,6	NO faible	beau	N fort	58,3	28,4	beau	N fort	N fort	21,0	18,5
4	59,4	15,2	O faible	beau	SE faible	58,6	28,4	beau	N fort	S faible	25,4	11,5
5	57,9	17,6	E faible	presque couvert	SE fort	57,4	21,3	quelques gouttes	E faible	E faible	24,5	14,0
6	57,7	19,5	E faible	couvert	E faible	57,2	21,6	couvert	SE faible	SE faible	23,3	18,0
7	58,2	19,8	E faible	couvert	SE faible	56,3	22,4	couvert	SE faible	SE faible	23,5	19,0
8	55,7	21,5	SE fort	couvert	SE assez fort	55,1	23,8	presque couvert	NO faible	NO faible	26,7	20,5
9	57,2	19,5	NO faible	beau	SO faible	56,1	22,1	beau	S faible	S faible	24,0	13,5
10	53,0	17,7	N faible	couvert	NE faible	51,9	18,6	couvert	NO faible	NO faible	21,4	14,0
11	57,2	17,2	N faible	beau	NO très-fort	57,0	20,1	beau, qq. nuages	NO très-fort	NO très-fort	22,0	13,5
12	57,4	19,2	N fort	beau	NO fort	57,9	20,7	beau	NO fort	NO fort	22,1	15,5
13	59,0	18,7	N faible	beau	N fort	56,7	26,3	beau	N fort	N fort	27,0	13,5
14	56,8	16,5	N faible	beau	NE faible	56,5	26,6	beau	S faible	S faible	26,5	13,5
15	55,4	19,2	E faible	couvert	S faible	54,7	21,4	couvert	couvert	S faible	23,4	13,8
16	58,0	15,7	NNO faible	beau	NNO très-faible	55,7	20,1	beau	beau	S faible	22,3	11,5
17	56,0	18,7	NO assez fort	très-nuageux	N très-faible	56,6	19,3	très-nuageux	très-nuageux	NO faible	21,0	14,5
18	60,3	16,3	ONO faible	beau	N très-fort	59,7	19,5	beau	beau	N très-fort	20,3	12,5
19	60,2	15,9	NO faible	beau	N faible	59,1	23,1	beau	beau	N faible	24,3	10,5
20	61,2	17,5	N très-faible	beau, cirrus	N faible	60,0	23,6	beau, qq. nuages	beau, qq. nuages	N faible	26,0	11,0
21	60,1	18,0	NO faible	beau, cirrus	NE faible	58,2	23,8	nuageux	nuageux	S faible	26,4	15,0
22	55,5	15,7	NE faible	brouillard	E fort	52,0	19,5	brouillard	brouillard	ESE fort	20,4	14,0
23	48,1	19,3	ESE très-fort	pluie	SE très-fort	47,8	20,0	couvert	couvert	SE fort	21,5	18,0
24	57,8	19,6	ESE très-fort	couvert	O faible	51,4	17,2	pluie	pluie	O faible	17,8	9,0
25	57,8	12,4	NO faible	beau, qq. nuages	S assez fort	58,6	15,2	nuageux	nuageux	OSO faible	21,6	19,0
26	58,0	15,1	O faible	beau	O faible	56,7	21,5	très-nuageux	très-nuageux	SO faible	22,5	9,0
27	56,6	17,2	NO très-faible	beau	E faible	54,7	21,5	beau, qq. nuages	beau, qq. nuages	S faible	23,0	12,5
28	55,6	17,5	NE faible	beau, cirrus	NE faible	56,0	22,0	nuageux	nuageux	S assez fort	21,0	12,0
29	56,7	18,8	NE faible	beau, qq. nuages	S assez fort	56,0	19,6	couvert	couvert	S faible	23,4	15,0
30	53,3	15,7	NE faible	pluie	NE faible	53,5	18,0	couvert	couvert	NE faible	19,0	15,5
Moyenne du mois.	756,88	17,87				756,60	21,60				23,85	14,89

Altitude du baromètre : 83,7 mètres. Quantité de pluie tombée pendant le mois : 76 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — OCTOBRE 1866.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN.			MIDI.			QUATRE HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.				
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
1	755,8	15,7	pluie	NE faible	755,7	18,7	pluie	NE faible	755,7	17,6	pluie	NE faible	20,6	14,5
2	55,6	16,7	pluie	NE faible	55,9	21,5	nuageux	SSE assez fort	56,2	19,4	couvert	SSE assez fort	23,0	15,5
3	58,3	15,0	pluie	NE faible	58,4	17,0	couvert	NE faible	58,2	19,5	nimbus	NE faible	20,5	15,0
4	59,6	17,6	nuageux	NE faible	59,6	20,4	nuageux	E faible	58,9	19,7	couvert	SE faible	22,5	14,5
5	61,1	16,7	beau	NNE très-faible	61,4	20,8	beau	NNE faible	60,9	20,9	beau, qq. nuages	NNE faible	22,0	13,9
6	61,0	17,5	beau	NE faible	61,1	22,1	beau, qq. nuages	NE faible	63,3	21,9	beau, cirrus	NE faible	23,0	13,0
7	66,0	17,8	nuageux	NE faible	65,9	21,5	nuageux	E faible	65,4	20,1	nuageux	SO faible	22,5	13,5
8	65,9	14,7	beau	N très-faible	65,0	21,6	beau	SE très-faible	63,7	20,4	beau	NE faible	22,3	12,0
9	60,8	15,0	beau	NE faible	60,3	20,1	nuageux	ENE faible	59,7	19,2	beau, cirrus	S faible	21,5	10,5
10	58,8	16,3	beau, qq. nuages	E faible	57,8	19,6	très-nuageux	SE assez fort	56,4	18,0	très-nuageux	SE assez fort	21,0	13,5
11	54,5	15,1	cirrus	NE assez fort	51,5	19,6	beau, qq. nuages	E faible	53,8	18,7	beau, qq. nuages	SO faible	20,9	12,5
12	55,7	14,5	beau, qq. nuages	NE faible	55,9	20,1	beau, qq. nuages	E faible	55,0	18,6	très-nuageux	E faible	21,0	11,5
13	54,4	14,6	couvert	NE assez fort	52,9	21,0	cirrus	NE assez fort	51,2	19,2	très-nuageux	NE faible	21,9	13,5
14	52,2	17,0	beau	NO fort	53,2	22,0	beau	NO fort	53,9	21,1	beau	ONO fort	22,7	13,0
15	57,6	14,6	presque couvert	NO faible	57,6	18,4	très-nuageux	NE assez fort	57,4	16,7	beau, qq. nuages	N assez fort	21,0	19,0
16	59,2	11,2	beau	N faible	59,1	17,5	beau	NE assez fort	58,6	17,2	voilé	NE assez fort	18,5	7,0
17	60,4	12,7	couvert	NE faible	60,6	13,7	pluie	NE faible	60,0	16,7	couvert	SE faible	17,0	9,5
18	61,4	12,7	pluie	E faible	61,5	13,1	pluie	E assez fort	61,1	13,4	pluie	E assez fort	14,5	13,0
19	63,1	12,3	couvert	NE assez fort	63,5	14,4	brume	NE assez fort	63,7	14,5	couvert	NE faible	15,7	11,5
20	65,0	13,2	très-nuageux	NE faible	64,6	17,2	très-nuageux	E fort	64,5	16,4	très-nuageux	E fort	17,9	11,2
21	61,3	13,7	presque couvert	NE assez fort	61,0	16,9	couvert	NE fort	62,7	16,0	couvert	SE faible	18,5	11,0
22	62,2	11,7	couvert	NE fort	62,2	12,8	brume	NE fort	61,6	12,5	pluie	NE faible	13,3	14,0
23	61,7	12,5	couvert	NE faible	60,8	16,2	nuageux	NE faible	59,4	15,9	nuageux	NE faible	16,5	14,0
24	57,0	9,3	beau	N faible	55,8	14,7	beau, qq. nuages	NE faible	54,6	12,9	nuageux	NE faible	15,7	6,0
25	52,8	11,5	cirrus	NO fort	51,9	14,6	nuageux	NO fort	50,4	13,7	beau, qq. nuages	NO faible	15,3	8,0
26	48,1	8,7	pluie	NNE faible	48,1	12,5	couvert	NNE faible	48,3	12,6	couvert	NE faible	13,3	7,5
27	53,0	9,9	beau	NO faible	53,5	15,0	beau	N faible	54,4	13,9	beau	N faible	15,3	6,5
28	58,1	9,0	beau	NO faible	58,0	14,5	beau	N assez fort	57,6	12,9	beau, qq. nuages	NE assez fort	15,0	5,5
29	59,0	11,0	beau	NNE fort	59,5	15,3	beau	N très-fort	60,8	13,5	beau	NNE très-fort	14,5	7,5
30	61,0	8,0	beau	N faible	63,1	13,5	beau, qq. nuages	E faible	62,0	12,8	beau	SE faible	14,0	8,5
31	62,6	8,4	beau, qq. nuages	NO faible	62,1	16,7	beau, qq. nuages	SO faible	61,7	14,7	beau	S faible	17,3	4,0
Moyenne du mois.	759,10	13,37			758,92	17,52			758,41	16,81			18,71	10,71

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 127,48 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — NOVEMBRE 1866.

JOURS du mois.	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
	1	762,7	8,2	beau	N très-faible	761,3	15,1	beau	E faible	759,5	14,8	beau, cirrus	E faible	16,5
2	56,0	12,5	éclaircies	NE faible	54,3	15,7	presque couvert	NE assez fort	54,3	14,7	pluie	NE faible	17,5	10,0
3	56,4	11,2	couvert	N très-faible	56,4	17,2	très-nuageux	NE très-faible	56,4	16,2	beau, qq. nuages	SO faible	17,5	8,0
4	59,9	10,8	beau	N très-faible	60,1	14,7	beau	N très-faible	59,8	15,8	beau	S très-faible	15,3	7,5
5	62,0	9,9	beau	N faible	62,4	14,7	beau	SE faible	62,3	13,2	nuageux	NE faible	16,5	9,6
6	63,7	11,2	nuageux	NE très-faible	63,7	16,0	beau	NE très-faible	63,7	15,0	beau	SE très-faible	14,5	6,5
7	65,1	8,5	couvert	NE faible	64,7	13,9	vapeurs	NE faible	64,4	13,7	nuageux	NE faible	16,0	8,5
8	61,4	11,5	couvert	NE faible	62,4	15,4	couvert	SE faible	62,5	14,0	couvert	NE faible	17,4	11,9
9	61,2	13,2	couvert	NE faible	59,5	16,6	vapeurs	SO faible	58,3	14,7	éclaircies	SO faible	14,7	9,0
10	60,2	9,7	beau, qq. nuages	NE faible	60,0	14,2	beau	N faible	59,2	12,3	beau	NE assez fort	14,7	4,0
11	62,0	6,1	très-nuageux	N faible	62,7	9,2	pluie	NE faible	61,2	9,7	couvert	SO faible	19,5	10,0
12	61,0	13,2	très-nuageux	N faible	60,5	17,9	très-nuageux	N assez fort	60,5	18,5	très-nuageux	N assez fort	18,5	12,5
13	61,4	14,2	beau	NO faible	60,6	18,5	beau, qq. nuages	NO fort	60,0	16,7	très-nuageux	NO fort	16,5	13,5
14	60,1	15,5	très-nuageux	SO faible	59,4	16,0	beau	NO très-fort	60,9	13,5	beau	NO très-fort	13,5	6,0
15	61,5	8,6	beau	NNO faible	63,5	12,2	beau, cirrus	NNO faible	61,8	12,7	beau	N faible	13,2	5,0
16	58,9	10,6	couvert	N faible	58,5	14,5	beau, vapeurs	NE fort	57,7	14,5	couvert	NE faible	15,3	6,0
17	55,7	14,2	très-nuageux	NO très-fort	56,3	14,6	très-nuageux	NE fort	58,3	12,3	très-nuageux	N très-fort	14,9	11,5
18	63,9	4,8	beau	NO fort	63,9	10,3	beau	NE faible	63,7	8,5	beau	NNE faible	10,8	2,0
19	57,6	9,2	beau	NO très-fort	55,8	13,5	beau	NO très-fort	54,8	11,6	beau, qq. nuages	NO très-fort	8,0	3,5
20	57,9	4,7	beau	N faible	58,5	7,3	beau	N fort	59,0	6,4	beau	NNE faible	7,4	1,0
21	60,8	0,2	beau	N très-faible	59,9	6,2	beau	N très-faible	59,4	6,6	beau	NNE très-faible	11,0	0,9
22	61,0	2,0	beau	N faible	61,0	10,6	beau	NO faible	60,0	9,3	beau	NO faible	10,8	0,0
23	61,6	2,2	beau	N très-faible	61,0	9,7	beau	N très-faible	59,5	8,9	beau	SO faible	14,5	5,0
24	57,0	10,9	nuageux	SO faible	57,0	14,3	nuageux	NO très-fort	57,2	12,7	nuageux	NO très-fort	12,0	3,5
25	58,3	6,9	beau, cirrus	N très-faible	57,0	10,2	nuageux	O fort	55,3	10,6	couvert	NE très-faible	12,3	7,0
26	55,4	8,6	beau, qq. nuages	O assez fort	55,4	10,7	nuageux	NE très-faible	56,2	10,6	nuageux	NNO assez fort	11,5	6,8
27	53,7	8,9	couvert	NO fort	57,7	10,8	couvert	NO fort	55,6	10,7	presque couvert	NO fort	12,0	6,5
28	58,8	7,7	beau	N assez fort	59,2	11,5	beau	NO fort	59,2	9,8	beau	N assez fort	11,0	2,5
29	59,0	3,9	beau	N faible	57,6	10,6	beau	NE très-fort	56,6	7,7	beau	NE très-fort	7,0	2,0
30	55,8	- 0,6	beau	N faible	55,6	4,9	très-nuageux	NE assez fort	55,0	6,2	presque couvert	NE assez fort		
Moyenne du mois	760,07	8,63			759,57	12,98			759,08	12,06			13,90	6,16

Altitude du baromètre : 58.7 mètres.

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 18,75 millimètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER. — DÉCEMBRE 1866.

JOURS du mois	HUIT HEURES DU MATIN.				MIDI.				QUATRE HEURES DU SOIR.				THERMOMÈTRE.	
	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Baromèt. à zéro.	Thermom. extérieur.	État du ciel.	Vent.	Maximum.	Minimum.
	1	755,2	4,2	couvert	NE faible	755,2	9,5	couvert	SE faible	755,0	9,7	couvert	SE faible	10,5
2	60,0	7,7	couvert	NE fort	59,5	7,7	pluie	NE fort	59,1	8,3	pluie	NE fort	9,0	6,0
3	61,7	9,6	couvert	NNE faible	62,9	11,2	pluie	NE faible	62,8	11,3	couvert	NE faible	12,0	7,0
4	65,1	9,7	couvert	NE faible	65,4	12,2	couvert	NE faible	65,0	11,3	couvert	NE faible	12,8	9,0
5	61,9	9,7	couvert	NE faible	64,8	11,4	couvert	NE assez fort	64,2	11,1	couvert	NE faible	12,0	9,0
6	64,0	10,6	couvert	NE faible	63,3	11,4	couvert	SE faible	62,7	11,5	couvert	NE faible	12,0	9,9
7	60,5	11,7	couvert	E faible	59,7	14,2	couvert	SE faible	58,5	13,6	couvert	NNE faible	14,4	10,5
8	61,7	7,3	beau, qq. nuages	N faible	65,0	11,9	beau	N faible	65,4	11,6	beau	N faible	12,0	6,5
9	67,6	4,7	beau	N faible	68,6	10,4	beau	NNE fort	69,3	9,7	couvert	NE faible	11,3	4,5
10	68,8	4,8	beau, qq. nuages	N fort	66,9	11,7	très-nuageux	NE faible	64,8	10,4	nuageux	NE faible	12,0	4,0
11	62,7	14,2	beau	N fort	62,1	16,1	beau, qq. nuages	NO fort	62,4	14,5	nuageux	NO fort	16,5	9,5
12	62,9	6,8	beau, cirrus	NE faible	62,6	17,2	nuageux	NO assez fort	61,9	14,6	nuageux	NO assez fort	17,2	5,5
13	61,0	11,5	beau, cirrus	NO faible	59,8	15,0	nuageux	NO assez fort	58,3	13,7	nuageux	NO assez fort	15,5	11,0
14	54,7	13,3	couvert	NO assez fort	53,2	14,6	couvert	SO faible	52,8	12,7	pluie	NO assez fort	16,0	10,5
15	53,8	10,5	couvert	NNO faible	54,4	12,3	couvert	N faible	54,2	11,7	nuageux	N faible	13,0	9,5
16	60,7	13,1	nuageux	NO assez fort	60,4	15,5	beau, qq. nuages	NO très-fort	59,8	13,8	nuageux	NO fort	16,4	11,0
17	62,8	11,2	couvert	NE faible	63,3	13,7	très-nuageux	NE assez fort	64,5	13,0	beau	NE faible	15,0	10,0
18	66,5	4,3	beau	N faible	67,2	11,7	beau, qq. nuages	NE fort	67,1	9,9	beau, qq. nuages	NE faible	12,3	4,0
19	67,6	3,5	beau	N faible	66,7	10,8	beau	NE fort	65,4	10,2	beau	N très-faible	12,0	2,0
20	65,5	4,5	beau	N faible	65,5	12,2	beau	NE fort	65,1	9,7	beau	NE faible	13,0	2,9
21	65,9	2,7	beau	N très-faible	65,9	10,0	beau	NE fort	65,2	10,7	beau	NE faible	11,5	2,0
22	65,6	1,6	beau	NE très-faible	64,8	10,3	beau	E très-faible	64,6	9,2	beau, vapeurs	NE faible	11,0	0,5
23	66,9	2,2	beau	N très-faible	67,8	9,5	beau	NE faible	67,5	7,5	beau	NE faible	10,5	0,8
24	68,8	5,9	presque couvert	NE faible	68,9	10,5	presque couvert	NE faible	68,4	9,8	couvert	NE faible	11,0	3,9
25	67,3	7,9	couvert	NE faible	66,4	10,6	très-nuageux	NE assez fort	65,7	10,4	couvert	NE faible	11,0	6,5
26	63,3	8,6	presque couvert	NE faible	63,8	10,7	très-nuageux	NE faible	63,0	10,2	nuageux	NE faible	12,0	7,5
27	62,1	6,2	beau	N faible	62,1	12,1	nuageux	NNO fort	61,4	11,2	nuageux	SSO assez fort	12,6	5,0
28	62,2	8,7	beau	NO assez fort	62,2	11,3	beau	NO fort	61,8	10,6	beau	NO fort	12,0	7,0
29	61,0	8,2	beau	NO assez fort	58,9	12,6	beau	NO très-fort	58,0	10,3	beau	NO assez fort	12,7	6,5
30	55,4	7,9	beau	NO assez fort	54,1	12,6	beau	NO très-fort	52,4	11,1	beau, qq. nuages	NO assez fort	12,8	5,5
31	48,4	5,2	nuageux	NO faible	48,0	11,5	nuageux	NO faible	46,2	9,7	beau, qq. nuages	SO faible	11,6	5,0
Moyenne du mois.	762,33	7,68			762,24	13,01			761,68	11,06			12,70	6,23

Quantité de pluie tombée pendant le mois : 134,5 millimètres.

Altitude du baromètre : 58,7 mètres.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER EN 1866.

1866.	HUIT HEURES DU MATIN		MIDI.		QUATRE HEURES DU SOIR.		TEMPÉRATURE			NOMBRE DES JOURS où le ciel a été généralement			JOURS de pluie.	PLUIE en millimètres.
	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Baromètre à zéro.	Thermomètre extérieur.	Maxima.	Minima.	Moyenne.	Beau.	Nuageux.	Couvert.		
Janvier.....	762,22	6,76	761,82	10,89	761,34	10,53	11,99	5,15	8,57	11	8	12	9	57,50
Février.....	757,09	8,96	756,95	12,73	756,01	12,23	13,81	6,86	10,33	8	7	13	10	85,38
Mars.....	750,81	9,10	750,51	12,92	749,98	12,52	14,46	6,04	10,25	8	12	11	12	68,38
Avril.....	756,90	12,98	756,67	16,76	756,16	15,61	18,37	9,20	13,79	7	8	15	12	60,25
Mai.....	755,81	17,20	755,67	20,38	754,90	19,67	22,17	12,34	17,26	8	14	9	8	31,00
Juin.....	757,24	22,72	756,97	26,17	756,44	25,57	28,33	16,66	22,49	13	10	7	4	28,00
Juillet.....	757,52	24,24	757,17	28,14	756,29	27,69	30,15	18,27	24,81	20	10	1	1	9,00
Août.....	756,96	21,80	756,55	25,56	755,82	24,80	27,55	16,97	22,26	13	8	10	9	147,00
Septembre.....	756,88	17,87	756,60	21,60	756,00	21,19	23,35	14,39	18,87	13	6	11	9	76,00
Octobre.....	759,10	13,37	758,92	17,52	758,41	16,81	18,71	10,71	14,71	12	8	11	8	127,48
Novembre.....	760,07	8,62	759,57	12,98	759,08	12,06	13,90	6,16	10,03	15	8	7	5	18,75
Décembre.....	762,53	7,68	762,24	12,01	761,68	11,06	12,70	6,23	9,46	11	9	11	7	134,50
Moyenne de l'année.	757,76	14,27	757,47	18,14	756,84	17,48	19,62	10,75	15,19	139	108	118	94	843,24
TOTAL.														

