

NOUVELLES RECHERCHES
SUR
LA PÉRIODICITÉ DE LA TENSION.

ÉTUDE

SUR
LES MOUVEMENTS PÉRIODIQUES ET PARATONIQUES DE LA SENSITIVE,

PAR
A. MILLARDET.

DOCTEUR EN MÉDECINE.

« Veritas, sive in Germania, sive in Suecia revelata sit,
amplectenda; scientiarum tropæa sunt, non regionis cujus-
dam, sed generis humani. »

(FRIES, *Syst. orb. veg.*.)

Ces recherches devaient faire partie d'une monographie des mouvements de la Sensitive; mais je m'aperçus, en la rédigeant, à mesure que mes idées se fixaient davantage, et qu'une lumière plus vive venait éclairer certaines parties de mon sujet, que des ombres plus ou moins épaisses se dessinaient là où je ne les avais point d'abord soupçonnées. L'expérimentateur ne saisit pas toujours du premier coup d'œil tous les rapports de ses observations. Souvent la même conclusion, qui paraissait d'abord nécessaire, ne semble plus que douteuse lorsque la réflexion a permis d'en embrasser toutes les conséquences. C'est ainsi que je m'aperçus qu'une théorie satisfaisante de tous les mouvements d'excitabilité de la Sensitive nécessiterait encore diverses expériences impossibles à exécuter avant le mois d'août prochain. Cependant la partie qui devait traiter des mouvements périodiques et paratoniques me semblait présenter un degré suffisant d'exactitude, et je me décidai à la publier isolément.

J'aurais pu facilement, dans un sujet sur lequel il a été tant écrit, grossir ce travail de développements historiques. Je me suis attaché à signaler seulement les noms des observateurs qui ont fait faire à la question un progrès véritable, et on verra que, dans ce cas, je n'ai pas été avare de citations. Mais j'ai cru bien faire de ne pas exhumer une foule d'erreurs dont le temps a déjà fait justice et dont la discussion n'eût servi qu'à fatiguer le lecteur.

Si quelques personnes trouvent que j'aurais dû être plus court et que je me suis laissé aller à des longueurs et des répétitions, elles feront la part des circonstances : les connaissances sur la tension sont loin d'être répandues également partout, et tandis que là un mot suffirait, ici une page sera nécessaire.

Ce travail est encore fort incomplet : ainsi il manque d'observations suivies sur les mouvements des feuilles dont l'une ou l'autre moitié du renflement moteur a été enlevée, et cependant elles sont indispensables à la théorie des mouvements. On n'y trouvera pas davantage l'explication du mécanisme des mouvements périodiques qu'exécutent les folioles et les pétioles secondaires. Nul doute qu'il n'existe encore beaucoup d'autres imperfections. J'espère néanmoins que si plusieurs points prêtent flanc à la critique, on me tiendra quelque compte de mes recherches fatigantes sur la marche nocturne de la tension.

Avril 1869.

PREMIÈRE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER.

PRÉLIMINAIRES.

§ 1. *Notions générales et définitions.*

On appelle *tension*, en physiologie, l'état dans lequel se trouvent les tissus ou leurs éléments, lorsque, par une circonstance quelconque, la manifestation de leur élasticité se trouve empêchée, soit qu'ils tendent à s'agrandir, soit qu'ils fassent effort pour prendre des dimensions plus faibles.

Ainsi, dans une jeune tige, la moelle est en état de tension, parce que le bois placé en dehors d'elle l'empêche de s'allonger autant qu'elle le ferait, si elle n'était retenue par ses connexions avec ce dernier tissu. Le bois est également dans le même état par la raison opposée. De même encore, un grain de fécule constitue un appareil en état de tension, si les couches internes tendent à prendre un volume plus grand que celui qui leur est assigné par les couches externes, et réciproquement.

La tension peut être produite par trois causes différentes :

1° La pénétration, dans la cavité des cellules, d'une certaine quantité d'eau, de façon que l'élasticité de leurs membranes entre en action. Ainsi, une cellule de la pulpe d'un fruit ne tarde pas à se gonfler si on la met dans l'eau, le pouvoir endosmotique l'emportant sur le pouvoir de filtration et sur l'élasticité de la membrane: au moment où celle-ci est près d'atteindre ses limites, la tension est à son maximum; si la limite est dépassée, la cellule crève. De même un tissu isolé pourra entrer en état de tension si on le plonge dans l'eau. Cette sorte de tension est plus particulièrement désignée sous le nom de *turgescence* ou de *tension endosmotique*.

2° L'accroissement inégal. Dans un grain de fécule, si l'accroissement des couches externes, par le dépôt de nouvelles molécules organiques, se fait avec plus de rapidité que dans les couches internes, les premières deviennent relativement trop grandes pour les secondes, et tout le système entre en état de tension. Dans un scion, les cellules de la moelle ont, au sortir du bourgeon, une longueur un peu supérieure à celle des cellules de l'épiderme; à cette époque, la tension de l'organe est nulle; mais dès que commence l'élongation de l'organe et que le rapport primitif entre les

longueurs des éléments histologiques de ces deux tissus change, la tension se manifeste. Son intensité augmente tant que le rapport grandit, et décroît ensuite, à mesure que le phénomène inverse se produit.

3° La quantité d'eau contenue dans les membranes cellulaires. C'est ainsi que si l'on ouvre longitudinalement une cellule internodiale de *Nitella* et qu'on la plonge dans l'eau, ses bords, presque contigus à l'origine, se renversent en dehors. De même un lambeau d'épiderme enlevé à la feuille d'un oignon et composé seulement de la paroi externe des cellules épidermiques, augmente considérablement sa courbure initiale et s'enroule en dehors si on le plonge dans l'eau. Les agents qui favorisent le gonflement des membranes (acides, alcalis) portent ces phénomènes à leur dernier degré; sous l'influence des substances avides d'eau (glycérine, sirop), se manifestent des effets opposés.

La tension causée par l'accroissement est beaucoup plus durable que celle qui tire son origine de la quantité d'eau qui remplit les tissus, rien n'étant plus variable que cette dernière condition.

La tension peut donc avoir sa cause seulement dans le contenu de la cellule ou seulement aussi dans sa membrane. Il est difficile de dire, dans un cas donné, quelle est de ces deux causes celle qui entre en jeu ou celle qui prédomine; il paraît très-probable que toutes les deux sont actives à la fois dans la majorité des cas.

La tension endosmotique s'exerce dans tous les sens.

Celle qui a son siège dans les membranes peut s'exercer suivant les trois dimensions de l'espace à la fois, si l'accroissement ou l'imbibition se font inégalement dans chacune d'elles. Elle peut aussi s'exercer seulement dans une ou deux directions, si l'allongement des tissus ou des membranes ne se fait d'une manière inégale que dans un ou deux sens.

Il est clair que pour qu'il y ait tension entre deux tissus ou dans un élément histologique seulement, il faut qu'une partie agisse dans un sens, et l'autre en sens inverse. L'une tendra à prendre des dimensions plus grandes, l'autre à les garder ou à les diminuer. La première agira par son expansivité, la seconde par son élasticité de rétraction. Dans la première, la tension est dite *positive* ou *active*, *négative* ou *passive* dans la seconde. Ainsi, dans un jeune scion, la moelle est en état de tension active, l'épiderme de tension passive, ainsi que le prouve l'isolement des deux tissus; en effet, la moelle s'allonge et l'épiderme se raccourcit; tel est le moyen le plus simple de s'assurer de l'existence de la tension dans un organe.

La tension se manifeste naturellement par des phénomènes de courbure, de torsion, de mouvement, dus à l'action inégale de divers agents sur les tissus actifs et passifs.

Elle est soumise à des variations d'intensité de trois ordres.

Les premières dépendent de l'évolution des organes et des limites dans lesquelles est comprise leur activité. Ainsi, la tension de la moelle, nulle au moment où un entre-nœud sort du bourgeon, augmente à mesure que l'allongement de ce dernier devient plus actif, diminue ensuite progressivement pour disparaître quand il est arrivé à sa longueur définitive. On peut donner à ces variations le nom de *variations d'évolution*.

Les deuxièmes ont leur raison dans les phénomènes les plus généraux de la nutrition des tissus; on n'en a pu découvrir encore la cause immédiate. Elles se reproduisent à des intervalles sensiblement réguliers, quelles que soient les circonstances dans lesquelles on place les végétaux, pourvu que celles-ci soient compatibles avec une vie assez active. Ce sont les *variations périodiques*.

Les troisièmes sont causées par l'influence de divers agents physiques ou chimiques, pesanteur, lumière, chaleur, humidité, substances toxiques etc.; leur manifestation peut être régulière, comme l'action de ces agents, ou irrégulière. Ces variations ont été appelées, par M. Sachs, *paratoniques*.

Comme la nature de ce travail m'interdit de plus longues considérations sur ce sujet et que ces notions générales suffisent à l'intelligence des diverses observations que l'on trouvera plus loin, je me bornerai à signaler les travaux les plus remarquables qui ont paru sur cette nouvelle branche de la physiologie, dont la création est due à M. Hofmeister¹. Grâce aux travaux de ce savant, la tension fut d'abord dé-

¹ Hofmeister, *Ueber die Beugung saftreicher Pflanzentheile durch Erschütterung* (Berichte der königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, 1859; Pringsheim's Jahrbücher, t. II). — *Ueber die durch Schwerkraft bestimmten Richtungen von Pflanzentheilen* (ibid., 1860; Pringsheim's Jahrb., t. III). — *Ueber die Mechanik der Reizbewegungen von Pflanzentheilen* (Flora, 1862). — Article *Spannung* (Handb. der physiologischen Botanik, t. I, 1867).

J. Sachs, *Ueber das Bewegungsorgan und die periodischen Bewegungen der Blätter von Phaseolus und Oxalis* (Bot. Zeitung, 1857). — *Die vorübergehenden Starrezustände periodisch beweglicher u. reizbarer Pflanzenorgane* (Flora, 1863). — *Handbuch der Experimental-Physiologie*, 1865, et *Lehrb. der Botanik*, 1868, articles *Gewebespannung*. Il existe une traduction française du premier de ces deux ouvrages, par Micheli, 1868.

G. Kraus, *Die Gewebespannung des Stammes und ihre Folgen* (Bot. Zeitung, 1867). J'ai publié une analyse détaillée de ce Mémoire dans le *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Strasbourg*, t. I, p. 148 à 173.

gagée des erreurs que Dutrochet y avait mêlées, et ses principes furent solidement établis. Depuis ce temps elle est montée, par les recherches de quelques physiologistes, et plus particulièrement de M. Sachs, au rang d'une théorie aussi claire que féconde en déductions. Elle a déjà fait ses preuves dans l'explication de plusieurs phénomènes insolubles jusqu'alors, et l'on doit, à l'heure qu'il est, la regarder comme dominant la question des mouvements végétaux et constituant le seul ordre d'idées qui puisse nous amener à l'intelligence de leur mécanisme.

§ 2. *Description et anatomie de la feuille du Mimosa pudica et de ses organes de mouvement.*

Les feuilles du *Mimosa pudica* se composent, comme chacun le sait, d'un pétiole primaire terminé par une courte languette, au sommet duquel viennent s'attacher une ou deux paires de pétioles secondaires portant une quarantaine de folioles lancéolées, opposées par paires. Au point d'insertion du pétiole primaire sur la tige, celui-ci présente un renflement à peu près cylindrique, de 3 à 4 millimètres de long, sur 1 1/2 à 2 d'épaisseur. Les pétioles secondaires offrent également, à leur point d'attache sur le précédent, un renflement de forme analogue et de dimensions sensiblement moitié moindres. Enfin, les folioles elles-mêmes présentent un épaississement long de 0^{mm},5 à 0^{mm},8, lequel fait légèrement saillie vers le milieu de leur base, et se prolonge sur la foliole aussi bien à sa face supérieure qu'à l'inférieure. On sait, depuis Lindsay (1790), que ces renflements sont les organes de mouvement. Ils ont été désignés sous le nom de *renflements moteurs* et de *pulvinules*.

A 1/2 millimètre au-dessous de la base du pulvinule primaire, on voit trois faisceaux fibro-vasculaires se séparer de l'axe de la plante pour se réunir, aussitôt à leur entrée dans le renflement moteur, en un seul faisceau, qui, au sommet de l'organe, se sépare de nouveau en trois divisions inégales. La plus grosse est placée du côté inférieur du pétiole, les deux plus petites au-dessus de celle-ci et sur ses côtés; elles constituent les bords de la gouttière qui sillonne longitudinalement la face supérieure du pétiole. Au sommet de ce dernier, de chaque côté du faisceau fibro-vasculaire principal, part un faisceau volumineux qui, s'anastomosant au petit faisceau latéro-supérieur le plus voisin, se rend dans le pédoncule secondaire inférieur placé de son côté. Après cette première division, le faisceau fibro-vasculaire principal continue sa route, toujours accompagné des deux petits faisceaux latéro-supérieurs, et bientôt se bifurque pour former, en s'unissant à chacun de ces derniers, les deux faisceaux fibro-vasculaires des deux pétioles secondaires supérieurs. Ces derniers sont parcourus de la base au sommet par un gros faisceau fibro-vasculaire, au-dessus du-

quel s'en trouve un plus petit, formant tout le long de leur face supérieure une saillie longitudinale; d'espace en espace émane du faisceau principal une paire de faisceaux très-ténus qui, après s'être anastomosés avec le petit faisceau longitudinal supérieur, entrent dans la paire de folioles correspondantes.

Pour bien comprendre plusieurs particularités dont j'aurai à parler plus tard, il est indispensable d'insister sur la description et l'anatomie des renflements moteurs.

Le pulvinule primaire présente la forme d'un cylindre légèrement atténué au sommet qui se continue avec le pétiole, mais qui est renflé, au contraire, à la base qui se continue avec la tige. Son axe ou hauteur est dirigé dans le sens du pétiole et environ deux fois aussi grand que son diamètre. Sur une coupe longitudinale médiane, il offre au centre un faisceau fibro-vasculaire brillant, autour duquel est placé un tissu plus obscur qui forme à ce dernier une espèce de manchon. Ce tissu, que j'appellerai *érectile* (me réservant de justifier plus tard cette expression), présente des limites nettement tranchées, parfaitement appréciables même à la loupe, et qui permettent d'en déterminer la distribution avec la plus grande certitude. On s'assure facilement que la hauteur du manchon est plus grande du côté inférieur du pulvinule que du supérieur. Plusieurs mesures comparatives faites à sec, sur des coupes longitudinales fraîches, m'ont donné, entre les hauteurs de la moitié inférieure et de la supérieure, les rapports 9,8 et 10,9. Sur une coupe perpendiculaire à l'axe du pulvinule, il existe la même asymétrie. L'épaisseur de la moitié inférieure du manchon de tissu érectile est à celle de la moitié supérieure comme 7 est à 6. Dutrochet¹ donne le rapport 5,3, qui est beaucoup exagéré. Dans le sens perpendiculaire à ce dernier, c'est-à-dire latéralement, il y a symétrie parfaite.

Le tissu érectile se compose de cellules presque rondes, de petites dimensions, très-serrées et laissant dans les angles qui correspondent au point de juxtaposition de quatre cellules un petit méat de forme tétraédrique. Dans quelques circonstances que j'aie examiné ce tissu, jamais, non plus que d'autres observateurs², je n'ai trouvé d'air dans ces méats. Ils contiennent donc un liquide. Brücke³ a fait le premier remarquer que l'épaisseur de la membrane des cellules n'est pas la même dans la moitié supérieure du pulvinule que dans l'inférieure. Elle est à peu près dans le rapport de 3 à 4, c'est-à-dire trois fois plus forte dans les cellules de la moitié supérieure.

¹ Dutrochet, *Mémoires*, t. I. *Du réveil et du sommeil des feuilles*, p. 521.

² J. Sachs, *Experimental-Physiologie*, p. 482.

³ Brücke, *Ueber die Bewegungen der Mimosa pudica* (*Müller's Archiv für Physiologie, Anatomie und wissenschaftliche Medicin*, 1848, p. 437, fig. 2 et 3).

Celles-ci présentent, en outre, des ponctuations assez profondes qui doivent favoriser, de cellule à cellule, l'échange de leur contenu. Sur les côtés du pulvinule, l'épaisseur des membranes se modifie peu à peu, de sorte que les cellules de chaque moitié de l'organe passent par degré au type de la moitié opposée. Outre le protoplasma et le liquide cellulaire, qui n'offrent rien de particulier¹, ces cellules présentent toutes, ou presque toutes, dans la région supérieure du pulvinule comme dans l'inférieure, un, très-rarement deux gros globules sphériques, extrêmement réfringents, de couleur jaunâtre. On les a regardés jusqu'à présent comme constitués par une substance huileuse; telle est aussi l'opinion que je m'en suis formée après plusieurs essais. Bien que ces gouttes huileuses se retrouvent dans les pulvinules moteurs de l'*Hedysarum gyrrans*², il est certain qu'elles ne jouent aucun rôle important dans les phénomènes de mouvement, car elles manquent aux organes moteurs des *Oxalis* et *Phaseolus*³, du *Robinia* et d'un grand nombre d'autres plantes⁴. On trouve, en outre, dans les cellules, du tissu érectile, des grains de chlorophylle contenant de deux à quatre granules d'amidon. A l'extérieur, ce tissu est recouvert par un épiderme à cellules un peu plus petites que les précédentes, disposées en rangées longitudinales suivant l'axe du pulvinule, à paroi extérieure peu épaisse, renfermant à la partie supérieure de l'organe un liquide coloré en violet, à la partie inférieure des grains de chlorophylle. On n'y voit pas de stomates.

A sa partie interne, le tissu érectile passe peu à peu à un tissu formé de cellules irrégulières, laissant entre elles des méats nombreux et de grande dimension, constamment remplis d'air. On ne remarque dans ces cellules que des grains de chlorophylle, en quantité moins grande que dans le tissu érectile; les globules huileux y font défaut. Ce tissu aérifère forme une zone mince, de l'épaisseur de six à huit couches cellulaires seulement, autour du faisceau fibro-vasculaire central.

Celui-ci a la forme d'un ellipsoïde à grand axe dirigé latéralement. Il se compose, de dehors en dedans, de la partie dure (*Hartbast*), puis de la partie molle du liber (*Weichbast*), à éléments toujours pleins de liquide; ensuite d'un noyau central formé de fibres ligneuses à membranes très-épaisses et ponctuées, au milieu desquelles

¹ Je me suis assuré de la présence dans le tissu érectile d'une forte proportion d'oxalate de potasse. La couleur rougeâtre que prend le suc de la plante, lorsqu'il a été pendant quelque temps en contact avec la lame d'un instrument tranchant, provient de la présence de ce sel. Cette coloration a été mentionnée déjà en 1736 par Du Fay, plus tard par M. Fée dans son *Mémoire sur la Sensitive et les plantes dites somnifoliantes* (*Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Strasbourg*, t. IV).

² Meyen, *Neues System der Pflanzen-Physiologie*, 1839, t. III, p. 560.

³ J. Sachs, *Ueber das Bewegungsorgan und die periodischen Bewegungen von Phaseolus und Oxalis* (*Bot. Zeit.*, 1887, p. 796).

⁴ H. von Mohl, *Die vegetabilische Zelle*, p. 303 et 307.

sont distribués, en séries radiales, des vaisseaux ponctués et vers le centre des trachées. A part les cellules ligneuses, la cavité de ces éléments m'a toujours paru occupée par un fluide gazeux.

La disposition et la structure des pulvinules secondaires a été à peine étudiée jusqu'à présent. Elle offre avec celle des primaires la plus grande analogie. Pour éviter les répétitions, je ne signalerai que les points qui offrent quelque différence.

Leur forme est régulièrement cylindrique et le manchon de tissu érectile offre une symétrie presque parfaite, tant en hauteur qu'en épaisseur. Les cellules à membranes plus épaisses, au lieu de constituer, comme dans le pulvinule primaire, la moitié supérieure de l'organe, sont disposées obliquement, de façon à n'occuper (le côté qui regarde l'axe du pétiole primaire étant la région interne) que les trois quarts supérieurs de la région externe et le quart supérieur de la région interne. Le tissu à membranes minces occupe l'autre moitié de l'organe, c'est-à-dire les trois quarts inférieurs de la région interne et le quart inférieur de la région externe. La connaissance de ces dispositions est indispensable pour l'intelligence des mouvements d'excitabilité dans cette portion de la feuille. Un fait également important pour l'explication de ces mêmes mouvements, c'est qu'il existe entre l'épaisseur de la membrane des cellules à parois minces et celle des cellules à parois épaisses une moindre différence que dans le pulvinule primaire. Nous avons vu que dans ce dernier cette différence peut s'exprimer par le rapport $1/3$; dans le cas présent elle est représentée par $1/2$, c'est-à-dire que la membrane des dernières cellules dont je viens de parler n'atteint que deux fois l'épaisseur des premières. Le contenu de ces cellules est en tout semblable à celui des cellules homologues du pulvinule primaire. L'axe fibro-vasculaire, à part sa forme cylindrique, n'offre rien qui mérite d'être signalé.

Le renflement moteur des folioles, ou pulvinule tertiaire, n'a pas encore été bien étudié jusqu'à ce jour. Aucun observateur, à ma connaissance, n'en a décrit les détails anatomiques, et cependant une connaissance exacte de sa disposition et de sa structure est indispensable pour l'intelligence complète des mouvements dont il est l'organe.

Ce renflement, irrégulièrement quadrilatère et aplati de haut en bas, est inséré sur les côtés du rachis commun, suivant une ligne oblique de haut en bas et d'arrière en avant (la feuille étant supposée dressée contre la tige, et l'observateur placé dans l'axe de la plante). A partir de son point d'attache, il s'élargit légèrement et se termine, en se prolongeant un peu plus à sa partie moyenne que latéralement, sur les deux faces de la foliole. Il forme le pétiole extrêmement court de celle-ci. Sa lon-

gueur totale n'atteint pas un millimètre et sa largeur est encore moindre. La portion inférieure en est plus longue que la supérieure; cette différence de longueur est sensiblement exprimée par le rapport $4/3$ ¹.

On retrouve dans le pulvinule tertiaire tous les éléments que nous avons signalés dans les précédents; mais, ici encore, ils présentent des particularités importantes à considérer. Ainsi, l'épiderme de la face supérieure présente une quarantaine de stomates légèrement protubérants. C'est là un fait d'autant plus curieux que, d'après ce que l'on sait sur la structure des renflements moteurs en général, les stomates paraissent leur faire absolument défaut. Ainsi que je l'ai dit déjà, ils manquent aux pulvinules primaires et secondaires, ainsi qu'à la partie inférieure des tertiaires. Autant que j'ai pu le voir sur la plante sèche, ils sont pourvus d'une chambre très-petite.

De même que dans les pulvinules primaires et secondaires, au-dessous de l'épiderme se trouve un manchon de tissu érectile qui entoure les faisceaux fibro-vasculaires. Ce tissu est aussi composé de deux sortes de cellules: dans les unes, la membrane est épaisse; mince, au contraire, dans les autres. Le rapport des épaisseurs semble être dans la proportion de 3 à 1, ou plutôt de 7 à 2, car il est un peu plus grand qu'entre les cellules érectiles du pulvinule primaire. Ces deux sortes de cellules sont distribuées en sens inverse de ce qui a lieu dans les deux renflements moteurs dont il a été précédemment question, à savoir: celles qui ont la membrane la plus épaisse à la face inférieure du pulvinule, les autres en haut. Sur les côtés de l'organe elles se fondent peu à peu les unes dans les autres. J'ai dit déjà que la moitié inférieure du pulvinule l'emporte, par ses dimensions en surface, sur la supérieure; il en est de même de son épaisseur. En la mesurant avec soin, j'ai trouvé entre l'épaisseur de la couche inférieure de tissu érectile et celle de la supérieure, le rapport $6/5$ ².

Je montrerai, en traitant des mouvements qui se produisent à la suite d'une excitation dans les folioles, comment ces nouvelles données anatomiques permettent de les expliquer d'une manière simple et exacte en même temps.

En dedans du tissu érectile se trouve une couche mince de tissu à méats aérifères, puis les faisceaux fibro-vasculaires. Ceux-ci se divisent dans l'intérieur du pulvinule et en sortent au nombre de cinq pour former les nervures de la foliole.

Ces connaissances préliminaires une fois acquises, il me sera permis de passer à l'étude des mouvements que présente la Sensitive. Toutefois, pour suivre une marche logique, avant de considérer le phénomène dans son ensemble, il est nécessaire de

¹ J'ai obtenu, pour les pulvinules d'une foliole normale, les mesures suivantes: maximum de longueur de la portion inférieure, $0^{\text{mm}},81$; — id. de la supérieure, $0^{\text{mm}},57$.

² Épaisseur de la couche inférieure dans une foliole normale, $0^{\text{mm}},12$; — de la supérieure, $0^{\text{mm}},10$.

le décomposer autant que possible, et d'étudier isolément chacun de ses facteurs. C'est ce que je vais faire en exposant de quelles façons varient les rapports des différents tissus que j'ai décrits précédemment, suivant les diverses circonstances où les place l'expérimentation.

§ 3. *Conditions mécaniques générales des mouvements de la feuille du Mimosa pudica.*

La méthode que j'ai suivie est celle qui a été inaugurée par Dutrochet¹, puis appliquée successivement par Brücke² et MM. Sachs et Hofmeister. Bien que les développements qui vont suivre soient basés sur des expériences personnelles, je n'ai que peu de chose à ajouter aux observations de mes devanciers. Celles-ci se trouvent résumées dans la *Physiologie* de M. Sachs³.

Si l'on fend longitudinalement en quatre un pulvinule primaire, au moyen de deux incisions perpendiculaires qui se croisent dans l'axe du faisceau fibro-vasculaire central, on voit ces lambeaux se courber en dedans, de façon que la concavité de la courbure regarde l'axe de l'organe. Le faisceau fibro-vasculaire est donc en état de tension passive relativement au parenchyme érectile.

Mais il n'est pas suffisant de constater la tension dans cet organe; il importe d'en déterminer le siège et d'en comparer l'intensité dans les différentes régions du pulvinule.

L'expérience suivante nous montre que, contrairement à ce qui a lieu dans la plupart des cas, l'épiderme n'est pas le siège d'une tension négative considérable⁴. On taille, par deux incisions antéro-postérieures faites à égale distance de l'axe du pulvinule, une tranche médiane de cet organe, puis on sépare le parenchyme de l'axe fibro-vasculaire en passant le couteau contre celui-ci, mais sans l'intéresser; les deux lambeaux ainsi produits se courbent encore dans le même sens que précédemment, c'est-à-dire qu'il n'existe pas de tension négative considérable dans l'épiderme, puisque le parenchyme aérifère l'emporte sur lui sous ce rapport. Or la structure de ce dernier tissu est telle qu'il ne peut posséder qu'une tension négative très-faible.

Si l'on divise dans sa partie moyenne chacun des lambeaux dont il vient d'être question en dernier lieu, par une incision parallèle à sa surface extérieure, on obtiendra pour chacun d'eux un lambeau externe et un interne. Dans ce cas, les externes se courbent en dehors et les internes en dedans.

¹ Dutrochet, *Mémoires*, t. I, p. 497 et suiv.

² Brücke, *Mém. cité*, p. 438.

³ Sachs, *Experimental-Physiologie*, p. 479.

⁴ Sachs, *Ibid.*, p. 479.

Les phénomènes de courbure sont quelquefois peu apparents à cause de l'irritation produite sur les tissus; ils deviennent manifestes si on plonge ceux-ci dans l'eau.

J'ai dit que la moitié supérieure du pulvinule se compose de cellules à membranes trois fois plus épaisses que celles des cellules de la moitié inférieure. Cette différence de structure n'a-t-elle aucune influence sur la tension dont ces parties sont le siège? C'est là un point intéressant que j'ai tâché d'éclaircir.

Brücke¹ avait déjà montré que sous l'influence de l'eau la moitié supérieure du pulvinule s'allonge plus que l'inférieure; mais il y a dans ses mesures une cause d'erreur: c'est l'adhérence du tissu érectile au faisceau fibro-vasculaire, adhérence qui empêche le parenchyme d'obéir librement à son pouvoir expansif. Pour me mettre à l'abri de cette cause d'erreur, j'ai d'abord taillé en rectangle une tranche médiane antéro-postérieure du pulvinule, au moyen de deux coupes perpendiculaires à l'axe de l'organe, puis j'ai séparé les deux moitiés du parenchyme du faisceau fibro-vasculaire. Enfin, pour avoir une idée plus nette du pouvoir expansif du tissu érectile dans ses différentes régions, je divisais chacun des lambeaux ainsi obtenus en deux par une coupe parallèle à l'épiderme. J'obtenais ainsi, comme dans la troisième des expériences précitées, deux lambeaux inférieurs et deux supérieurs. Le faisceau fibro-vasculaire servait de terme de comparaison pour apprécier les variations de longueur des lambeaux.

Voici les remarques successives que l'on peut faire dans cette expérience: Ces lambeaux sont d'abord de consistance flasque; ils se laissent facilement courber, surtout les inférieurs. Leur longueur n'est pas égale: les deux supérieurs dépassent toujours les deux inférieurs; de plus, la courbure des premiers est plus notable que celle des seconds. Si on les plonge dans l'eau, les deux lambeaux inférieurs s'allongent et se courbent presque instantanément, les supérieurs beaucoup plus lentement. Au bout de dix minutes, lorsqu'ils ont acquis des dimensions stables, les différences de longueur sont devenues extrêmement manifestes; les deux lambeaux supérieurs sont toujours plus longs que les inférieurs correspondants, et les internes plus courts que les externes.

C'est ce que montrent les mesures suivantes effectuées après dix minutes de séjour dans l'eau.

PREMIER EXEMPLE.

Côté supérieur du pulvinule.		Côté inférieur.	
Lambeau externe	6mm.	Lambeau externe	5mm.
» interne	5,5.	» interne	4,5.
Faisceau fibro-vasculaire		3mm,8.	

¹ Brücke, Mém. cité, p. 439.

DEUXIÈME EXEMPLE.

Côté supérieur.		Côté inférieur.	
Lambeau externe	6mm,0.	Lambeau externe	5mm,7.
" interne	5,5.	" interne	5,4.
Faisceau vibro-vasculaire		4mm,0.	

TROISIÈME EXEMPLE.

Côté supérieur.		Côté inférieur.	
Lambeau externe	5mm,1.	Lambeau externe	4mm,8.
" interne	4,2.	" interne	4,5.
Faisceau fibro-vasculaire		3mm,4.	

Ainsi c'est la moitié supérieure du pulvinule qui, sous l'influence de l'eau, s'allonge le plus pour une longueur donnée. Il semble, d'après cela, que la tension doive être plus grande dans cette moitié supérieure que dans l'inférieure. On comprendra cependant qu'il puisse en être autrement, si l'on se rappelle que l'intensité de la tension, toutes choses égales d'ailleurs, dépend du volume des tissus en tension active. Or nous avons vu que la moitié inférieure du manchon de tissu érectile offre une hauteur supérieure de $1/8$ au moins à celle de la moitié supérieure, et qu'elle dépasse également cette dernière en épaisseur de $1/6$. Ces différences de dimensions compensent l'expansivité plus grande de la moitié supérieure du pulvinule, et expliquent comment, à l'état normal, la portion inférieure exerce une action prépondérante.

On a déjà tiré la conclusion de ces développements. A l'état normal, c'est-à-dire sur la plante vivante, les moitiés supérieure et inférieure du pulvinule luttent incessamment l'une contre l'autre à la manière de deux ressorts opposés: chacune s'efforce de courber son antagoniste en dehors. La moitié inférieure a, de plus, à résister à l'action de la pesanteur, le poids de la feuille paralysant une partie de son énergie; aussi (le pétiole étant presque toujours au-dessus de l'horizontale) est-elle, de fait, capable de produire un effort plus considérable que l'autre. De ces deux actions inverses résulte une tension considérable et un certain état d'équilibre, que le pétiole primaire, associé, grâce à son faisceau fibro-vasculaire, aux moindres mouvements du pulvinule, indique par sa position comme une aiguille sur un cadran. La tension vient-elle à changer dans une des moitiés de l'organe, l'équilibre est rompu, et le pétiole abandonne sa position primitive pour en prendre une nouvelle en rapport avec les changements qui se sont produits.

Il me reste à parler de la cause immédiate des variations de tension dans le pulvinule.

Ainsi qu'on le sait, la tension est l'état dans lequel se trouvent deux ou plusieurs

tissus intimement unis, lesquels sont susceptibles de prendre, si on les sépare, des dimensions différentes dans un ou deux sens donnés. Elle augmente quand, toutes choses égales d'ailleurs, cette différence de dimension augmente, et diminue dans le cas contraire. On a vu, par les observations précédentes, que la longueur des lambeaux du tissu érectile augmente si on les plonge dans l'eau pour leur en faire absorber une plus grande quantité; si, au contraire, on leur en retire au moyen de liquides tels que la glycérine, l'eau sucrée, elle diminue. Les mêmes phénomènes se produisent si on plonge dans l'eau ou dans la glycérine, non un lambeau du pulvinule, mais cet organe tout entier; on voit alors sa longueur, son épaisseur, sa courbure et sa rigidité varier suivant qu'on l'a mis dans un de ces deux liquides. Quoi de plus naturel que d'appliquer ce même principe aux variations de tension du pulvinule à l'état physiologique normal? La concordance de ces phénomènes naturels avec ce que l'on sait des variations de distribution de la sève dans les tissus, de la diffusion, des changements dans la quantité d'eau contenue dans le protoplasma aussi bien que dans celle qui imbibe les membranès, tout, jusqu'à la grande simplicité de l'explication, se réunit pour l'imposer à l'esprit. C'est cette théorie, certainement très-ancienne si l'on remontait à son principe, qui, perfectionnée dans ces dernières années par les travaux des premiers physiologistes de l'Allemagne, sert actuellement de base à nos connaissances sur la mécanique des mouvements végétaux.

L'eau est donc l'agent le plus immédiat des variations rapides ou périodiques de la tension. Dutrochet¹ regardait l'augmentation de volumé des tissus sous son influence comme produite uniquement par la turgescence endosmotique des cellules. M. Hofmeister² a fait voir que des coupes de tissu érectile, assez minces pour que toutes les cellules en soient ouvertes, subissent encore une augmentation de dimensions sous l'influence de l'eau, et une diminution par les agents déshydratants. Les variations de tension que nous considérons dans ce travail sont déterminées à la fois par les variations dans la turgescence endosmotique et la quantité d'eau qui imbibe les membranes:

D'après ce que nous venons de dire, on doit s'attendre à ce que tous les agents qui ont une influence sur l'endosmose cellulaire et l'imbibition des membranes par l'eau modifient profondément la tension. Une étude générale de ces phénomènes ne peut trouver place dans cette monographie; j'en me bornerai à rendre compte plus loin de quelques recherches particulières à ce sujet³.

¹ Dutrochet, *Mémoires*, t. I. *Du réveil et du sommeil des feuilles*.

² Hofmeister, *Ueber die Beugung saftreicher Pflanzentheile nach Erschütterung* (*Berichte der königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften*, 1859, p. 194).

³ Dans la partie qui a rapport aux influences paratoniques.

Ces notions générales sur le mécanisme des mouvements dans le pulvinule primaire s'appliquent facilement aux pulvinules secondaires et tertiaires : le lecteur saura bien lui-même les modifier là où la structure anatomique et les différences de rapports des tissus l'exigent.

CHAPITRE II.

VARIATIONS PÉRIODIQUES DE LA TENSION DANS LE MIMOSA PUBICA.

§ 1. *Considérations préliminaires.*

Les mouvements périodiques et paratoniques des feuilles de la Sensitive n'ont lieu qu'entre certaines limites de température, d'humidité, de lumière, qui déterminent les conditions les plus favorables pour la vie de la plante. Hors de ces limites, celle-ci tombe dans l'état de rigidité¹ : l'excitabilité a disparu, les feuilles, comme paralysées, n'exécutent plus leurs mouvements de sommeil et de veille ; la vie persiste encore, mais semble réduite à un minimum d'activité. Je ne fais que mentionner ce phénomène pour le moment ; j'aurai à y revenir assez longuement par la suite.

Tout le monde connaît les curieux phénomènes que l'on désigne sous le nom de *sommeil* et de *veille* de la Sensitive, ainsi que la régularité avec laquelle ils se succèdent périodiquement et avec des durées qui correspondent sensiblement à celles du jour et de la nuit. Mais si la veille et le sommeil sont faciles à reconnaître et nettement caractérisés, il s'en faut que la position de toutes les parties de la feuille, pendant chacun de ces deux états, ait attiré au même degré l'attention des observateurs. La plupart n'ont pris garde qu'à la disposition des folioles, négligeant celle des pétioles primaires et secondaires, qui subissent des changements moins apparents. Il n'est donc pas étonnant que, jusqu'à Brücke (1848), on ait confondu ensemble sous le nom de *sommeil* la position nocturne des feuilles et celle qu'elles prennent après une excitation ; dans ces deux cas, en effet, la disposition des folioles est la même. Réunir ces deux phénomènes sous un même point de vue semblait d'autant plus naturel qu'à l'entrée de la nuit les pétioles primaires sont légèrement abaissés, mais à un degré beaucoup moindre qu'après l'irritation, et que les pétioles secondaires ont également dans les deux cas une position analogue. Comme la disposition des folioles est invariable pendant la nuit, on en avait tiré la conclusion que les pétioles primaires et secondaires persistaient également tout ce temps dans leur abaissement initial jus-

¹ Sachs, *Die vorübergehenden Starre-Zustände periodisch beweglicher und reizbarer Pflanzenorgane Flora*, 1863, p. 449).

qu'au matin, où on les retrouvait à peu près dans la même position qu'à l'entrée de la nuit précédente.

En 1866, M. Bert¹, dans un des meilleurs mémoires que nous ayons eus en France sur ce sujet, montra qu'il n'en est point ainsi : les pétioles primaires, abaissés à l'entrée de la nuit, se relèvent de plus en plus à partir de dix heures du soir jusque vers quatre ou cinq heures du matin, où ils atteignent une hauteur maximum. A compter de ce moment, ils commencent à s'incliner jusqu'au soir, pour arriver ainsi à leur minimum d'élevation. Le maximum et le minimum d'élevation se présentent donc généralement pendant l'état nocturne².

C'est là un fait très-important pour l'histoire de la périodicité de la tension. MM. Hofmeister³ et Sachs⁴ avaient montré, dans différents écrits, que ces mouvements de sommeil et de veille sont produits par des variations périodiques dans la tension des tissus des organes qui en sont le siège. En 1867, M. Kraus⁵, dans un mémoire que j'aurai souvent l'occasion de citer par la suite, et qui est consacré spécialement à l'étude de la tension dans les tiges, arriva, quant à ce qui touche la périodicité des phénomènes de tension, à des résultats fort importants. Grâce à un très-grand nombre d'expériences, il put établir cette loi générale que, dans les axes, la tension varie sans cesse et présente des périodes de différentes durées. La plus remarquable est la période diurne. Elle se traduit dans les conditions biologiques normales par une diminution graduelle et continue de la tension, à partir des premières heures de la matinée jusque vers le milieu de la journée; deux heures est généralement l'heure du minimum. A compter de ce moment, la tension augmente peu à peu jusqu'au soir, où elle arrive à l'intensité qu'elle présentait le matin⁶.

L'existence et la marche de la période diurne une fois constatées dans les tiges, il était naturel de chercher à étendre les résultats obtenus sur ces organes aux feuilles elles-mêmes. C'est ce que fit M. Kraus, en mesurant la marche de la tension sur une branche d'*Amicia zygomeris*, tandis qu'il observait au même moment les changements de position que présentaient les feuilles du même individu. Les variations dans les deux organes se trouvèrent parfaitement concordantes. Il en conclut que les va-

¹ Bert, *Recherches sur les mouvements de la Sensitive*, dans *Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 1866.

² Mémoire cité, tirage à part, p. 12.

³ Hofmeister, *Ueber die Mechanik der Reizbewegungen von Pflanzentheilen* (*Flora*, 1862, p. 515). — *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, 1867, p. 327.

⁴ Sachs, *Experimental-Physiologie*, 1865, p. 492.

⁵ Kraus, *Die Gewebespannung des Stammes und ihre Folgen* (*Habilitationsschrift*, 1867). Reproduit dans le *Bot. Zeit.*, 1867, n^{os} 14 à 18.

⁶ Kraus, Mémoire cité, p. 46, et *Bot. Zeit.* p. 122.

riations périodiques de tension dans les renflements moteurs des feuilles, variations qui déterminent les mouvements de ces derniers organes, ne sont qu'un phénomène concomitant des variations périodiques de tension dans la plante tout entière ¹.

L'observation de M. Bert, que l'auteur de ce dernier travail ne connaissait pas, acquiert, quand on la rapproche de ces derniers résultats, une importance plus grande que lui-même ne l'a pensé. Il ne s'agit plus seulement d'un phénomène isolé dans la tension du pulvinule moteur du *Mimosa*, mais de la périodicité de la tension considérée comme phénomène général aux végétaux. Non-seulement la série des modifications de tension dans les feuilles de la *Sensitive* se trouve complétée et expliquée par la connaissance de la position nocturne de ces organes, mais la marche de la tension en général, pendant la nuit, presque inconnue jusqu'alors ², en reçoit quelque lumière.

Toutefois ce n'était là qu'une indication sur la marche nocturne de la tension. Il fallait, pour en tirer tout le parti possible, vérifier d'abord les observations de M. Bert, et comme elles n'avaient été faites qu'à des intervalles assez éloignés, les multiplier afin de suivre le phénomène de plus près. Il importait ensuite de soumettre à un nouvel examen les assertions de M. Kraus sur la corrélation des variations de tension de l'axe végétal et des feuilles, afin de compléter et d'expliquer les deux phénomènes l'un par l'autre. Je m'attacherai d'abord à cette dernière question, et commencerai l'étude de la simultanéité des variations de tension dans le *Mimosa* tout entier, par la recherche de ces variations dans la tige seulement.

§ 2. Variations périodiques de la tension dans la tige.

Pour observer les variations de tension dans la tige du *Mimosa*, je n'ai pu employer aucune des méthodes mises en usage jusqu'à ce jour. Après de nombreux tâtonnements, je me suis arrêté à la suivante :

Je plaçais sur une table, tout près d'une fenêtre donnant à l'est, une *Sensitive* inclinée à 45° sur l'horizon, en ayant soin d'orienter son axe perpendiculairement à la direction des rayons lumineux, c'est-à-dire parallèlement à la fenêtre. L'effet de l'héliotropisme, s'il s'en produisait quelqu'un, devait être sensiblement annulé par cette dernière précaution. Je fixais ensuite le pot qui la contenait dans une position immuable en le mettant dans une petite caisse en bois contenant du sable mouillé bien

¹ Kraus, Mém. cité, p. 28, et *Bot. Zeit.* p. 141.

² Plusieurs observateurs ont fait mention de l'accroissement de la tension à l'entrée de la nuit; mais je ne connais sur la marche du phénomène pendant la nuit que l'observation suivante de Brücke : dans le Mémoire déjà cité, p. 452, il dit que la tension des pulvinules primaires du *Mimosa* est plus grande vers sept heures du soir que pendant la journée, et que pendant la nuit elle augmente encore.

tassé tout autour; la plante elle-même était solidement attachée en plusieurs points à un tuteur enfoncé dans le pot, et qui la soutenait jusqu'à 6 centimètres environ au-dessous du sommet. Je coupais vers leur base les feuilles placées au-dessus de ce dernier point, et qui, par leurs mouvements, auraient pu influencer la position du sommet de la tige. J'attachais au sommet de celui des entre-nœuds supérieurs qui présentaient une longueur de 1 centimètre à 1 1/2 centimètre au plus, un fil de soie aussi fin que possible¹, de 30 centimètres de longueur, dont l'extrémité inférieure était nouée à une des extrémités d'une aiguille oscillant autour d'un axe horizontal dans un plan vertical.

Voici quelles étaient les conditions de sensibilité de cet appareil: d'abord la rectitude parfaite du fil; ensuite l'oscillation facile de l'aiguille autour de son point de suspension; enfin le déplacement, dans une longueur appréciable à l'œil, d'une des extrémités de l'aiguille au moindre mouvement de l'autre.

J'arrivai à rendre le fil parfaitement uni et rectiligne en le mouillant, puis le laissant sécher. Quant à la deuxième condition, j'eus soin que mon aiguille fut presque astatique, le point de suspension étant très-rapproché de son centre de gravité; cependant l'extrémité à laquelle était attaché le fil l'emportait toujours de quelques centigrammes. Enfin, pour traduire les déplacements les plus minimes d'une des extrémités par un déplacement appréciable de l'autre, je n'eus qu'à donner aux bras de levier des longueurs différentes. J'employai d'abord des aiguilles d'acier dont le bras le plus long était de 8 centimètres, le plus petit de 1. En dernier lieu je fis usage d'une aiguille en verre filé, d'une légèreté et d'une ténuité extrêmes; le bras le plus long avait 31 centimètres; le plus court, c'est-à-dire du centre d'oscillation au point d'attache du fil, 17 millimètres. Grâce à cette disposition, un déplacement vertical d'un centième de millimètre dans l'extrémité du bras le plus court de l'aiguille était rendu parfaitement appréciable par l'oscillation du bras le plus long.

Derrière l'aiguille était fixé solidement, dans un plan vertical, un cadran en carton bien plan divisé en millimètres et demi-millimètres, pour les aiguilles en acier, et en degrés et cinquièmes de degrés pour l'aiguille en verre dont j'ai parlé plus haut. L'extrémité du bras le plus long de l'aiguille était colorée en noir et oscillait à 1/2 millimètre du cadran, de façon qu'il n'y eût pas le moindre frottement. L'appareil était tellement sensible que l'ébranlement causé par la marche de quelqu'un dans la chambre se traduisait par des oscillations de plusieurs degrés.

Comment cet appareil pouvait-il me renseigner sur les variations de tension dans la tige? C'est ce que quelques mots vont faire comprendre.

¹ Je me suis servi des fils les plus fins qui composent un fil de soie ordinaire.

Les axes en voie d'élongation et en état de tension longitudinale ont la propriété, lorsqu'ils sont éloignés de la verticale et placés dans une direction horizontale ou oblique, de se courber vers le zénith sous l'influence de la pesanteur¹. Le maximum de cette courbure est toujours placé dans celui des entre-nœuds de la tige qui offre la tension longitudinale la plus considérable²; chez le *Mimosa*, dans l'entre-nœud qui offre une longueur de 1 à 1 1/2 centimètre. Ce redressement dans la partie terminale de la tige reconnaît pour cause immédiate une variation dans la tension des tissus placés du côté inférieur. L'épiderme de ce côté perd d'abord une partie de son élasticité, et le parenchyme subjacent pouvant dès lors obéir à son expansivité, s'étend; le côté inférieur devient ainsi plus long et courbe la tige du côté opposé, c'est-à-dire vers le zénith³. Ces changements dans la longueur relative des tissus ne sont que transitoires à l'origine, et disparaissent, si, aussitôt que la courbure a commencé à se manifester, l'organe en expérience est placé dans une position inverse. La courbure s'efface alors. Elle persiste, au contraire, si la position primitive ne change pas, parce qu'il se produit un accroissement inégal des différents tissus, qui fixe ceux-ci dans la position que leur avait donnée primitivement le changement de tension⁴. On voit comment, dans une tige ainsi courbée, la position du bourgeon terminal dépend de la grandeur de la tension et doit en indiquer les variations. En effet, la portion de la tige qui se courbe lutte sans cesse contre le poids des parties terminales; plus sa tension est grande, plus la force déployée par elle est considérable, et plus elle tend à augmenter la courbure, à relever l'extrémité de la tige. De même, plus la tension est faible, moins la force qui lutte contre la pesanteur est énergique et plus la courbure tend à s'effacer et le point terminal de la tige à s'abaisser.

Si le redressement de la tige eût dépendu seulement de variations dans l'intensité de la tension, son extrémité, après s'être élevée sous l'influence d'une augmentation d'intensité, aurait dû redescendre à sa position initiale, lorsque la tension, diminuant, serait retombée à son état primitif. Mais il n'en est point ainsi. On a vu plus haut que, lorsque la position de l'organe courbé ne varie pas, l'accroissement des tissus vient, au bout de peu de temps, fixer la courbure et la rendre indépendante, dans certaines limites, des variations ultérieures de la tension. Ainsi, la tension peut, après avoir augmenté, redescendre à sa grandeur originelle sans que l'extrémité de la tige retombe à la position qu'elle avait d'abord. Cela tient aux changements anatomiques qui se sont produits dans l'intervalle. Néanmoins une diminution de tension

¹ Hofmeister, *Ueber die durch die Schwerkraft bestimmten Richtungen von Pflanzentheilen (Berichte der königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, 1860)*.

² Kraus, Mémoire cité, p. 22, et *Bot. Zeit.*, p. 431.

³ Hofmeister, dernier Mémoire cité, p. 126.

⁴ Comparez Sachs, *Experimental-Physiologie*, p. 506 et 509, et *Lehrbuch der Botanik*, p. 518.

se traduit toujours, dans l'expérience dont il est ici question, par une diminution de courbure, et réciproquement.

Ainsi, en résumé, pour déduire des tables de tension que je donne, la marche du phénomène, il faut avoir égard, d'abord, aux variations dans le mouvement de l'aiguille, et, en second lieu, à la rapidité avec laquelle s'effectue le mouvement, soit ascendant, soit descendant.

J'ai fait sur ce sujet une douzaine d'expériences; je n'en cite que les plus concluantes, non que les autres m'aient donné des résultats contraires, mais parce que, faites en premier lieu, à une époque où je n'avais pas encore perfectionné mon mode d'observation, elles sont moins probantes et plus difficiles à interpréter. On les trouvera dans la deuxième partie de ce Mémoire, p. 52 (obs. 1, 2, 3 et 4).

Si l'on considère avec attention, isolément d'abord, les résultats de ces quatre observations, puis qu'on les compare entre eux, on arrivera aux conclusions suivantes sur la marche de la tension dans les tiges du *Mimosa* :

La tension augmente dès 6 à 7 heures du soir; sa marche, d'abord lente, devient de plus en plus rapide à partir de 10 heures environ jusqu'au jour. C'est entre 5 et 7 heures du matin qu'elle atteint son maximum (*maximum de la fin de la nuit*). A ce moment a lieu une diminution; elle tombe brusquement à un minimum (*minimum du matin*): obs. 2, 13 et 14 septembre; obs. 3, 20 septembre; ou bien elle s'arrête quelque temps et semble demeurer stationnaire.

A compter de ce premier minimum, elle descend lentement jusque vers le milieu de la journée: obs. 4, 19 septembre; ou bien, avant de descendre, remonte un peu (*maximum de la matinée*): obs. 4, 20 septembre. Quoi qu'il en soit de ces deux marches peu différentes, elle arrive, dans les deux cas, à un minimum régulier entre 11 heures du matin et 2 1/2 heures du soir; c'est le *minimum du milieu du jour*.

Après ce second minimum, on voit la tension se comporter de diverses façons :

1° Elle augmente lentement jusqu'au soir: obs. 2, 12 septembre; obs. 3, 18 septembre.

2° Elle subit quelques oscillations peu étendues, pour ne commencer à augmenter que vers le soir: obs. 1, 22 septembre; obs. 2, 13 septembre; obs. 4, 18 et 20 septembre.

3° Elle croît un peu (*maximum de l'après-dînée*) pour diminuer ensuite jusque vers le soir (*minimum du soir*): obs. 3, 19 septembre; obs. 4, 19 septembre.

4° Enfin, elle décroît jusque vers le soir (*minimum du soir*): obs. 1, 21 septembre; obs. 3, 20 septembre. Le minimum du soir est situé entre 5 1/2 heures et 7 heures.

En résumé, la tension est plus grande la nuit que le jour.

Pendant tout ce temps, elle est soumise à des oscillations d'intensité et de régularité plus ou moins grandes, d'où résultent des *maxima* et des *minima*, les uns, principaux, ne manquant jamais; les autres, accessoires, sont sujets à varier.

Le *maximum principal* est celui de la *fin de la nuit* (5 à 7 heures du matin).

Les deux *accessoires* sont celui de la *matinée* (9 heures) et celui de l'*après-dînée* (3 1/2 heures).

Le *minimum principal* est celui du *milieu de la journée* (11 heures du matin à 2 1/2 heures du soir).

Les deux *accessoires* sont celui du *matin* (6 heures) et celui du *soir* (6 à 7 heures).

Les deux oscillations principales ont des heures parfaitement fixes; les accessoires se manifestent à peu près deux à trois heures après le maximum ou le minimum qui les a précédées.

Les deux oscillations accessoires *les plus variables* sont le *maximum de la matinée* et celui de l'*après-dînée*.

Dans les intervalles qui séparent ces grands mouvements de la tension, mouvements de premier et de deuxième ordre, se produisent des oscillations d'une amplitude moindre (oscillations de troisième ordre), qui ne dépassent guère une heure en durée, autant du moins qu'on en peut juger par des observations faites toutes les demi-heures ou toutes les heures seulement.

Ces résultats s'accordent parfaitement avec ceux que M. Kraus, dans son Mémoire déjà cité, a obtenus sur la variation de la tension dans les tiges pendant la journée. Son minimum du milieu du jour coïncide parfaitement avec le mien. Malheureusement sa méthode était d'une application longue et souvent fatigante; il lui était presque impossible de répéter assez souvent les observations pour saisir les oscillations de deuxième ordre, à supposer qu'elles aient toujours existé. Aussi n'en a-t-il point fait mention. Je retrouve cependant parmi ses observations quelques faits qui viennent corroborer mes conclusions; je citerai notamment:

Pour l'existence du *maximum de l'après-dînée*, à 2 3/4 heures: tab. VIII, I, 9.

Pour celle du *minimum du soir*, après 4 heures: tab. VIII, II, 4, I et III, ainsi que tab. VIII, II, 7, II et III, à 5 heures du soir ou après¹.

¹ Les observations de M. Hofmeister, consignées dans la *Flora*, 1862 (*Ueber die Spannung, Ausflussmenge und Ausflussgeschwindigkeit von Säften lebender Pflanzen*), ne me semblent avoir que très-peu de rapports avec l'objet de ce Mémoire; je ne fais que les signaler. Il n'en est pas de même de ses observations sur le redressement nocturne des cotylédons dans les jeunes plantes de toutes les espèces de Caryophyllées qu'il a examinées à cet effet. Elles montrent que la tension s'accroît dans ces organes dès le soir et pendant la nuit. Suivant le même auteur, les feuilles des têtes des choux et du *Pistia Stratiotes* sont plus

M. Kraus, à qui je fis part au mois d'août dernier de mes recherches sur la marche nocturne de la tension, institua de son côté, pendant le mois de septembre, des expériences sur le même phénomène. Il a eu l'obligeance de me communiquer une note complètement inédite sur ce sujet. On en trouvera la traduction dans la seconde partie de ce travail, à la p. 58. Elle contient la suite de ses observations dans neuf expériences différentes, toutes faites d'après la méthode dont il s'est servi dans le travail que j'ai cité précédemment, et sur des troncs ou des branches d'arbres d'une grosseur assez considérable (de 58 à 290 millimètres de circonférence). Ces résultats sont d'autant plus intéressants qu'ils ont été obtenus d'une manière différente de la mienne, et que les plantes qui les ont fournis étaient non plus des plantes exotiques vivant dans la chambre et de petites dimensions, mais des arbres indigènes.

De ces tables, je tire avec lui les conclusions suivantes :

Pendant la nuit, la tension est plus grande que pendant la journée.

Elle présente un *grand maximum*, qui coïncide avec l'aube du jour, un *minimum* au milieu de la journée et un *petit maximum* au commencement de la nuit.

Outre ces oscillations principales, on reconnaît encore, dans leurs intervalles, des oscillations plus courtes, régulières ou non.

Les deux oscillations principales sont nettement accusées : d'une part, le *maximum de la fin de la nuit* (vers 5 heures du matin); de l'autre, le *minimum du milieu de la journée*.

Les oscillations secondaires, à part le *minimum du matin*, ne sont pas appréciables. Dans toutes les observations, la tension décroît depuis le grand maximum jusque vers midi; dans presque toutes (4, 13 septembre; 9), elle augmente à partir de ce moment jusqu'au soir. Toutefois on trouve dans quelques cas une légère augmentation suivie d'une diminution vers 9 1/2 heures du soir (2, 2 septembre; 3, 3 septembre; 6; 8; 9, 24 septembre).

rapprochées pendant la nuit (*Die Lehre von der Pflanzenzelle*, p. 327) que dans la journée. La rigidité des organes de mouvement des *Oxalis acetosella* et *lasianдра* est plus grande la nuit que le jour. L'angle que font avec l'horizontale les pétioles des feuilles du *Malva sylvestris* est plus grand la nuit que le jour. De même pour les folioles du *Trifolium pratense* (id., p. 329 et 330). Enfin, c'est pendant la nuit, d'après le même observateur, que se produisent la plupart des courbures que présentent les racines croissant horizontalement (*Bot. Zeit.*, 1869, p. 37).

M. Duval-Jouve a publié dernièrement (*Bull. de la Soc. bot. de France*, 1868, p. 42) quelques mesures de l'écartement que présentent à différentes heures de la journée les deux feuilles supérieures de jeunes *Bryophyllum calycinum*. Il résulte de ses observations que chez cette plante le minimum de tension, c'est-à-dire le maximum d'écartement, se trouve, en novembre et décembre, vers deux heures de l'après-midi. A dater de ce moment, la tension augmente jusqu'au soir. Elle diminue de huit heures du matin jusque vers le milieu de la journée.

Tous ces faits concordent parfaitement avec mes conclusions.

Le *minimum du matin* est beaucoup plus marqué que pour le *Mimosa*; il se manifeste par une chute subite de la tension au moment où il commence à faire grand jour.

Pendant la nuit (comme dans mon obs. 1, 22 septembre, p. 53), la tension subit des oscillations de courte durée.

On voit que ces résultats concordent parfaitement avec ceux que j'ai obtenus pour les tiges du *Mimosa*, du moins quant aux points essentiels, j'entends les deux oscillations principales. Si, dans l'intervalle, la tension suit une marche un peu différente dans les deux séries d'expériences, il faut se rappeler que l'on a affaire d'un côté à une plante de petite dimension, feuillée dans toute son étendue; de l'autre, à des tiges de diamètre considérable, pourvues de feuilles seulement dans leurs points extrêmes, et que, dans ces deux cas, la lumière, la température, la respiration et la transpiration peuvent exercer des influences différentes sur la marche des oscillations secondaires. Cette différence trouvera son explication dans le chapitre consacré aux influences paratoniques.

§ 3. Variations périodiques de la tension dans les feuilles et mouvements périodiques¹.

Dans les développements qui vont suivre, je considérerai presque exclusivement les pétioles primaires, mes observations sur la marche de la tension dans les pulvinales

¹ Il ne sera pas superflu de donner d'abord une courte description des mouvements périodiques qu'exécutent les feuilles du *Mimosa*, d'autant moins que tous les auteurs qui se sont occupés de cette question n'ont pris en considération que les particularités les plus frappantes du phénomène.

A l'entrée de la nuit, le pétiole primaire s'abaisse lentement. La position de sommeil débute par le sommet de la plante. On voit d'abord, au milieu de la marche descendante du pétiole primaire, la feuille supérieure plier ses folioles (vers la tombée de la nuit). En même temps, les pétioles secondaires se rapprochent lentement, tout en restant à peu près parallèles au pétiole primaire. Ces mouvements sont imités successivement, de haut en bas, par la deuxième, troisième etc... feuilles. Les plus inférieures rapprochent souvent à peine leurs folioles et leurs pétioles secondaires, et passent la nuit dans cette position intermédiaire entre la veille et le sommeil. Pendant ces mouvements, les pétioles primaires continuent à s'abaisser; enfin, lorsque les pétioles secondaires sont arrivés à former entre eux le plus petit angle possible (10° à 15 degrés), et que les folioles sont bien imbriquées et couchées le long de leur rachis, on voit le pétiole primaire se relever lentement. En même temps les pétioles secondaires commencent à s'écarter (onze heures à minuit); puis, comme ils étaient jusque là placés dans la direction du pétiole primaire, ils s'abaissent, les deux inférieurs les premiers, les supérieurs ensuite, de manière à arriver à former avec le pétiole primaire un angle de 100 à 120 degrés. Leur écartement augmente lentement, et à mesure qu'il se produit, au temps d'abaissement succède un temps d'élévation (deux à trois heures du matin). Elle débute par les deux pétioles secondaires inférieurs, qui s'élèvent lentement au-dessus des autres, de façon à se remettre dans la direction du pétiole primaire. Les deux secondaires supérieurs suivent lentement ce mouvement, tout en continuant à s'écarter; enfin, lorsque tout les quatre sont suffisamment étalés (quatre à cinq heures), les pétioles primaires étant arrivés à leur maximum d'élévation, la position de veille des folioles se déclare. Ce sont celles des feuilles inférieures qui commencent à s'écarter à mesure que les pétioles s'abaissent point)

secondaires et tertiaires ne me permettant pas de donner du phénomène une explication certaine.

Afin d'apprécier les *mouvements des feuilles du Mimosa* et, par suite, les variations de tension des pulvinales, j'ai eu recours à la méthode que Du Fay a le premier employée (1736), et qui depuis a été suivie par tous les expérimentateurs, à savoir la mesure de l'angle que fait inférieurement le pétiole primaire avec la verticale passant par la partie moyenne du pulvinule ou, si l'on veut, d'une manière moins exacte, avec la tige. J'avais recours pour cela à un rapporteur placé aussi près que possible du pétiole, bien verticalement (ce qui n'est pas difficile si on se guide sur l'angle d'un meuble, d'un mur, d'une croisée) et dans un plan parallèle à celui dans lequel la feuille se meut sur la tige. Moyennant cette précaution, il est facile d'estimer à un ou deux degrés près l'angle en question, que j'appellerai *angle d'élevation de la feuille*. Je me suis assuré qu'avec un peu d'habitude l'erreur que comporte cette méthode ne dépasse jamais trois degrés; presque toujours elle est comprise entre 0 et 2 degrés.

C'est d'après des mesures de cette sorte qu'ont été faites les pl. I à IV. Pour les pl. V et VI, j'ai adopté un mode d'observation un peu différent et peut-être plus exact. À l'extrémité du pétiole primaire était attaché un fil de soie aussi délié que je pouvais l'obtenir en dédoublant de la soie très-fine. Je le tenais tendu en suspendant un poids de 5 centigrammes à son extrémité inférieure. Un nœud fait sur le fil auprès de cette extrémité, et coloré en noir, servait d'index pour apprécier, sur une règle divisée, placée derrière, l'élevation ou l'abaissement du pétiole.

Il eût été peu pratique de donner en tableaux les deux ou trois mille observations que j'ai faites sur la périodicité des mouvements des feuilles; l'œil et la mémoire se fatiguent de ces longues séries de chiffres, et l'esprit ne saisit qu'avec la plus grande peine la marche générale du phénomène. J'ai adopté le procédé graphique employé par M. Bert, et qui a l'avantage de parler aux yeux en même temps qu'il épargne presque tout effort à l'esprit. Dans les planches jointes à ce travail, les temps sont mesurés sur l'axe des abscisses, et les angles sur celui des ordonnées.

du jour). Cet écartement se fait ordinairement sur toute la longueur du rachis en même temps, souvent suivant un ordre basifuge, quelquefois un peu irrégulièrement, enfin rarement du sommet à la base. Les folioles et les pétioles secondaires, une fois bien étalés, persistent jusqu'au soir dans leur position de veille, et pendant ce temps, le pétiole primaire effectue diverses oscillations que nous apprendrons bientôt à connaître.

D'après Du Fay (*Histoire de l'Académie*, 1736, p. 91), lorsque le soleil est très-ardent, les folioles se rapprochent un peu vers le milieu du jour. Ce mouvement n'appartient probablement pas aux mouvements périodiques, mais aux paratoniques.

Mon but étant d'apprécier, par les observations qui suivent, non-seulement les mouvements du pétiole, mais encore, à l'aide de ces derniers, les variations de tension du pulvinule, il est nécessaire d'indiquer la liaison qui existe entre les deux phénomènes.

D'abord, il est bien évident que les mouvements d'un pétiole dont le renflement moteur a été privé de sa moitié supérieure ou inférieure, par une incision s'étendant jusqu'au faisceau fibro-vasculaire, ne peuvent dériver que des variations de longueur, partant de tension, de la partie du pulvinule qui subsiste encore.

On verra à la fin de ce paragraphe que les variations de tension sont simultanées et de même sens dans chaque moitié du pulvinule; dans toutes les deux, elle augmente ou diminue en même temps. Or, comme je montrerai plus tard (p. 48) que ces variations sont plus intenses dans la moitié inférieure que dans l'autre, et que le pétiole obéit, en résumé, aux variations de cette moitié inférieure, il en résulte que lorsqu'elle s'allongera (signe que la tension générale du renflement moteur augmente), il s'élèvera, et réciproquement, quand elle se raccourcira (signe que la tension générale diminue), il s'abaissera.

Brücke¹ a proposé d'évaluer les variations de tension du pulvinule par la mesure de l'angle d'élévation des feuilles, en prenant soin d'éliminer l'action de la pesanteur. Pour cela, il suffit d'opérer de façon à ce que le plan de mouvement de la feuille, au lieu d'être vertical, soit horizontal. Cette manière d'observer est fort incommode, et l'exactitude à laquelle elle prétend tout à fait superflue pour la plupart des cas. Toutes mes mesures ont été faites la plante étant droite. Dans ce cas, l'action de la pesanteur peut, dans les positions extrêmes, lorsque la feuille est presque en contact avec la tige, amener une légère erreur, le bras de levier ayant notablement diminué de longueur; mais, comme il ne s'agit jamais d'apprécier avec une rigueur mathématique l'intensité de la tension, et de la comparer, d'une façon précise, entre deux feuilles de la même plante ou de plantes différentes, on peut s'en tenir à cette méthode. Elle est suffisante pour apprécier si, d'un moment à un autre, la tension a varié dans une même feuille, et c'est la seule question que j'aie eu à résoudre dans ce travail.

Je considérerai d'abord les variations de tension de premier ordre, et plus tard celles de second et troisième ordre.

A. Variations de premier ordre dans la tension des pulvinules et mouvements principaux des feuilles.

a. Pulvinules primaires.

Ces variations ont été étudiées plus spécialement dans une série d'observations faites

¹ Brücke, Mém. cité, p. 446.

sans interruption les 29, 30, 31 juillet et 1^{er} août 1868, à deux heures ou deux heures et demie d'intervalle, sur cinq Sensitives à la fois. Voy. le compte rendu de ces observations, 2^e partie, III, A, p. 61, et la pl. I, qui donne le tracé graphique du mouvement des feuilles dans deux des plantes mises en expérience, ainsi que la table (plante n^o 3), p. 63. Les cinq planches suivantes, ainsi que les observations auxquelles elles se rapportent, bien qu'ayant trait plus spécialement aux variations secondaires de la tension, donneront également sur ses oscillations principales d'utiles renseignements.

Une considération attentive de ces documents amène aux conclusions suivantes :

1^o Dès qu'une jeune feuille commence à déployer ses folioles, la tension, à peine appréciable d'abord, entre en jeu; les mouvements de cet organe en sont le résultat.

2^o L'intensité de la tension du pulvinaire augmente jusqu'à l'époque où la feuille est près d'avoir acquis tout son développement; à partir de ce moment, elle décroît jusqu'à la mort de l'organe. Ainsi, il est de règle qu'à toute heure du jour et de la nuit, l'angle d'élevation des feuilles supérieures soit plus grand que celui des inférieures.

3^o La tension est plus grande la nuit que le jour.

4^o Elle atteint un *maximum* un peu avant le point du jour (entre 3 1/2 heures et 4 1/2 heures du matin), en juillet, probablement beaucoup plus tôt en septembre. Dès qu'il fait grand jour, elle diminue subitement d'une façon très-considérable. Pendant la journée, elle offre différentes oscillations secondaires, mais, somme toute, continue à descendre jusqu'aux premières heures de la soirée (vers 7 heures), où elle est à son *minimum*. A dater de ce moment, elle remonte jusqu'à l'heure du grand maximum de la fin de la nuit. M. Bert¹ est arrivé sur ce point aux mêmes résultats.

5^o Les oscillations principales ont lieu sensiblement au même moment pour toutes les feuilles d'une même plante. Toutefois il semble que les plus jeunes feuilles précèdent légèrement les autres dans les mouvements d'ascension et d'abaissement, aux heures du grand minimum et du grand maximum.

β. Pulvinales secondaires et tertiaires.

Bien que j'aie suivi avec beaucoup de soin les mouvements diurnes et nocturnes de ces organes, j'avoue que rien autre chose que l'analogie ne me permet d'affirmer que leur tension soit plus grande la nuit que le jour. Il ne faut pas oublier que la position que prennent les pétioles secondaires et les folioles par l'excitation, et qui correspond à un état de tension très-faible, est tout à fait semblable à leur position de sommeil.

B. Variations de second et troisième ordre dans la tension des pulvinales primaires et mouvements secondaires des feuilles.

¹ Bert, Mém. cité, p. 12.

Dans ces organes, la tension, dans l'intervalle du grand maximum et du grand minimum, présente des oscillations continuelles. Ces oscillations, rendues par un procédé graphique, forment des sortes d'ondes composées (pl. II) comme certaines ondes sonores. On y reconnaît des oscillations d'une amplitude plus considérable (osc. de deuxième ordre), composées d'oscillations plus petites (osc. de troisième ordre).

Voici les règles auxquelles ces deux ordres d'oscillations sont assujettis:

Les oscillations de deuxième ordre ne se présentent que pendant le jour; elles offrent une durée de trois à cinq heures. Leur marche est régulière, mais à un moindre degré que celle des oscillations de premier ordre. Elles peuvent souffrir un léger retard d'une feuille à l'autre. L'ordre dans lequel elles se succèdent est le suivant: la tension, parvenue à son maximum dans les dernières heures de la nuit, tombe vite et très-bas, aussitôt qu'il fait grand jour, pour arriver à un *minimum du matin* entre 7 et 9 heures. Elle se relève ensuite, atteint un *maximum* vers 10 heures du matin, puis redescend à un *minimum* placé vers midi. A partir de ce minimum du milieu du jour, on la voit remonter encore, atteindre un *maximum* entre 3 et 5 heures du soir, puis redescendre pour arriver au grand *minimum de la fin de la journée* deux ou trois heures après (pl. I, II petit tableau, et V). Quelquefois l'oscillation de l'après-dînée se compose de deux oscillations assez distinctes.

Les oscillations de troisième ordre se manifestent jour et nuit; pendant le jour constamment; pendant la nuit particulièrement lorsque la tension est arrivée à peu près à son niveau maximum. Elles n'offrent aucun ordre apparent d'une feuille à une autre et alternent ou coïncident sans la moindre régularité. Leur durée varie entre une demi-heure et une heure.

C'est à ces oscillations de courte durée qu'on doit rattacher l'abaissement brusque des feuilles en dehors de toute excitation extérieure. Ces mouvements ne sont pas très-communs. Je les avais vus se produire d'abord sur des Sensitives exposées à un soleil ardent, puis sur d'autres placées sous une cloche saturée de vapeur d'eau, et je les regardais, dans le dernier cas, comme un effet des influences anormales auxquelles les plantes étaient soumises; dans le premier, je les rapportais à une irritation presque inappréciable produite par une variation rapide de l'intensité des rayons solaires. Il est vrai que je ne pouvais toujours déterminer la cause probable de cette variation. Plus tard, ayant été plusieurs fois témoin du même phénomène pendant le cours de mes observations nocturnes, je ne pus plus me refuser à en admettre la spontanéité. On trouvera des exemples de ces mouvements dans la pl. III et la pl. VI. Ils ne se distinguent des plus courtes oscillations de la tension

que par leur amplitude quatre ou cinq fois plus considérable, et des mouvements d'excitabilité par leur cause déterminante seulement. Ils établissent donc un passage évident du premier genre de mouvements au second, et leur constatation, à défaut d'autres raisons, suffirait déjà pour faire rejeter la différence fondamentale que divers observateurs, M. Bert notamment, ont cherché à établir dans la « raison intime » de ces deux genres de mouvements.

Je résume :

Dans les feuilles du *Mimosa*, sous l'influence des conditions biologiques normales, la tension est plus grande la nuit que le jour.

Elle varie constamment et présente des oscillations d'amplitude et de régularité différentes.

Les plus constantes sont aussi les plus importantes; elles constituent un *maximum de la fin de la nuit* et un *minimum de la fin de la journée*. Ce sont les variations de premier ordre¹.

Les oscillations de second ordre constituent, d'un côté, un *minimum du matin* et un *minimum du milieu de la journée*; de l'autre, un *maximum de la matinée* et un *maximum de l'après-dînée*.

Les oscillations de troisième ordre, d'une courte durée, se manifestent constamment, la nuit comme le jour, mais c'est surtout dans la période diurne qu'elles sont le plus appréciables.

En comparant la marche de la tension dans les feuilles du *Mimosa* à celle de la tension dans les tiges de la même plante (p. 23), on trouve entre les deux phénomènes une concordance presque complète. Dans les deux sortes d'organes, la tension est plus grande la nuit que le jour; les maxima et minima sont en nombre égal, ils tombent sensiblement aux mêmes heures du jour et de la nuit. Les oscillations de premier et de deuxième ordre se font donc à peu près simultanément dans la tige et dans les pulvinales primaires. L'intensité de ces variations seule offre des différences de quelque importance. Dans les deux sortes d'organes, le *grand maximum* est celui de la fin de la nuit, mais le *grand minimum*, placé dans les tiges au milieu

¹ Je ferai remarquer, dès maintenant, que s'il n'est pas possible, dans les feuilles, de confondre avec les autres le maximum principal, il n'en est pas de même du minimum principal. Dans les observations du mois de juillet, il n'y a pas à douter que ce ne soit celui du soir; mais dans celles de septembre, on ne trouve pas toujours la même régularité, et on pourrait, dans ce dernier cas, dire avec presque autant de raison que le minimum principal est celui du matin ou celui du milieu de la journée (voy. pl. II, petit tableau, feuille 1, 2 et 3, et, pl. V, les deux lignes inférieures). Dans le chapitre qui traitera des influences paratoniques de la lumière, nous apprendrons à distinguer quel est le véritable minimum principal.

du jour, est, dans les feuilles, situé à la fin de la journée d'une manière à peu près constante. Le minimum de la fin de la journée, secondaire dans les tiges, est devenu dans les feuilles le plus accentué.

Ainsi se trouve démontrée une fois de plus la corrélation des variations de la tension dans les tiges et les feuilles. Ce principe, que M. Kraus avait établi d'une façon assez restreinte, se trouve donc confirmé et complété par des applications plus variées et plus étendues.

Il était très-important, pour la théorie du mécanisme des mouvements, de savoir quelles sont les variations de tension, non plus dans le pulvinule tout entier, mais dans chacune de ses moitiés prise isolément. Il suffit pour cela d'enlever avec précaution tantôt la moitié inférieure, tantôt la supérieure, par une incision bien perpendiculaire au plan dans lequel s'exécutent les mouvements de la feuille, et qui s'étend jusqu'au faisceau fibro-vasculaire, sans l'intéresser notablement. A la suite d'une semblable opération, le pétiole primaire se dirige sans exception du côté de la moitié du pulvinule que l'on a enlevée : en bas, si c'est l'inférieure qui manque ; en haut, dans le cas contraire.

Dutrochet¹ avait dit que, dans une feuille ainsi opérée, les mouvements périodiques d'élévation et d'abaissement cessent complètement. Meyen² montra qu'il n'en est rien ; les mouvements sont seulement moins étendus, ainsi que Brücke³ l'a fait remarquer. Ce fait a été depuis vérifié par tous les expérimentateurs ; je citerai notamment M. H. v. Mohl⁴. Enfin M. Bert⁵, par la mesure de l'angle d'élévation à des heures différentes, a établi que lorsque la moitié supérieure du pulvinule a été enlevée, le maximum et le minimum d'élévation du pétiole ont lieu aux heures accoutumées ; lorsqu'au contraire c'est la moitié inférieure qui manque, le pétiole est plus bas à la fin de la nuit et plus élevé le soir. Cela signifie, en d'autres termes, que l'allongement et le raccourcissement des deux moitiés du pulvinule se produisent aux mêmes heures, c'est-à-dire que la tension varie simultanément et dans le même sens pour chacun des ressorts moteurs.

La table placée à la page 63 (2^e partie, III, A, plante n^o 3) servira à apprécier la marche de la tension dans le ressort supérieur. On sait que les feuilles de la Sensitive s'abaissent rapidement après une excitation et que la cause de ce phénomène est un affaissement, une diminution d'énergie de la moitié inférieure de l'organe, la supé-

¹ Dutrochet, *Mémoires*, t. I, p. 509.

² Meyen, *Neues System der Pflanzenphysiologie*, t. III, p. 487.

³ Brücke, *Mém. cité*, p. 452.

⁴ v. Mohl, *Die vegetabilische Zelle*, p. 304 et 305. — *Wagner's Handwörterbuch der Physiologie*.

⁵ Bert, *Mém. cité*, p. 28.

rière ne variant pas sensiblement. Par conséquent, si on excite à différentes heures une feuille de Sensitive, l'abaissement devra nécessairement être en rapport avec la tension du ressort supérieur, qui presse d'autant plus sur l'inférieur affaissé que cette tension est plus grande¹. La table en question montre, en effet, que l'abaissement du pétiole est plus grand aux heures de maximum et moindre à celles de minimum, et que la tension du ressort supérieur suit une marche semblable à celle du pulvinule.

De ce que la tension du ressort supérieur varie, comme celle du pulvinule, il résulte que celle du ressort inférieur suit aussi la même marche.

CHAPITRE III.

DES INFLUENCES AUXQUELLES SE TROUVE SOUMISE LA TENSION ET DES MOUVEMENTS PARATONIQUES.

La succession des phénomènes que je viens de décrire est celle que présente la tension dans sa marche normale, c'est-à-dire sous l'influence des conditions biologiques habituelles. Dans les observations précédentes, j'ai fait tous mes efforts pour conserver à ces conditions vitales la plus grande uniformité, le plus de régularité possible durant une observation ou même de l'une à l'autre. Je pensais, grâce à cette précaution, observer le phénomène dans toute sa pureté et me mettre à l'abri des troubles qu'auraient pu occasionner diverses influences.

¹ Il est très-probable que la grandeur de la tension du ressort inférieur influe aussi sur l'amplitude du mouvement d'abaissement, c'est-à-dire que lorsqu'elle est à son maximum, l'abaissement de la feuille est plus considérable que lorsqu'elle est à son minimum. Mais comme des feuilles qui ont été privées de leur ressort supérieur ne s'abaissent plus que très-peu (Brücke, Mém. cité, p. 446) par l'excitation, on est certain que c'est le ressort supérieur qui joue le rôle le plus important dans cet abaissement.

Bien que j'aie fait quelques observations sur les mouvements périodiques des feuilles dont une moitié du pulvinule avait été enlevée, je ne les rapporte pas; elles sont restées trop imparfaites, la saison était trop avancée et les Sensitive devenues extrêmement paresseuses et presque en état de rigidité. Toutefois les quelques résultats que j'ai obtenus s'accordent avec ceux de M. Bert et ceux que donne la mesure de l'angle d'abaissement après l'excitation.

Voici les deux observations que donne ce dernier auteur dans son Mémoire, p. 28; je les rapporte intégralement:

22 septembre. Partie supérieure du renflement enlevée: à 6 h. du soir, l'angle est 405°; à 8 h., 438°; à 9 h. 30 m., 448°; à minuit, 450°; à 5 h. du matin (folioles ouvertes), 445°; à 8 heures, 440°; à midi, 95°; à 4 h. du soir, 125°. Aux mêmes heures, la feuille n° 4 donnait les chiffres suivants: 125°, 135°, 440°, 470°, 453°, 130°, 123°, 125°.

48 septembre. Moitié inférieure du renflement enlevée depuis quatre jours. Pétioles secondaires enlevés: à 6 h. du soir, angle, 40°; à 8 h., 31°; à 10 h., 30°; à 4 h. du matin, 22°; à 5 h., 48°; à 9 h. 45 m., 48°; à 3 h. 45 m. du soir, 50°; à 9 h., 40°; à 4 h. du matin, 20°; à 7 h. 15 m., 20°; à midi 45 m., 48°; à 7 h. du soir, 50°. Aux mêmes heures, une feuille intacte de la même plante donne les angles: 127°, 147°, 125°, 85°, 180°, 154°, 110°, 127°, 160°, 143°, 115°, 110°.

Mais les conditions dans lesquelles une plante vit habituellement se composent du concours de divers agents physiques et chimiques. La présence ou l'absence de chacun de ces agents, leur retour aux moments accoutumés ou à des heures indues, leur affaiblissement ou leur exagération doivent exercer une certaine influence sur la production et la marche de la tension. C'est cette analyse que je vais essayer dans ce chapitre; elle a pour but, maintenant que la forme du phénomène est nettement déterminée, de nous éclairer sur sa nature ou plutôt sur ses causes.

§ 1. De l'influence tonique et paratonique de la lumière.

De Mairan¹ constata le premier que la Sensitive enfermée dans un lieu obscur continue à exécuter ses mouvements de sommeil et de veille. Du Fay² et Duhamel³, répétant la même expérience dans un appartement, obtinrent des résultats identiques; mais ayant placé les plantes dans des caves (les caves de l'Observatoire dans une de leurs expériences), ils virent qu'elles persistaient dans la position diurne. Ils attribuèrent la différence de ces résultats à l'action d'un autre agent que la lumière; on sait maintenant que c'est au froid qu'il faut la rapporter.

En 1805, De Candolle⁴ montra que des Sensitives exposées à une lumière (artificielle équivalant aux 5/6 de la lumière solaire) continue ont, comme dans l'état ordinaire, des alternatives de sommeil et de veille, mais chacune des périodes est un peu plus courte qu'à l'ordinaire; l'accélération a été sur divers pieds d'une heure et demie à deux heures par jour. Si elles étaient placées à la lumière continue, les alternatives de sommeil et de réveil devenaient très-irrégulières. Quand on intervertit, au moyen du même éclairage artificiel, la succession du jour et de la nuit, ces plantes ouvrent et ferment leurs feuilles sans règle fixe dans les premiers temps de l'expérience; mais, au bout de quelques jours, elles ouvrent leurs feuilles le soir, qui est le moment où la clarté commence pour elles, et les ferment le matin, moment où la nuit leur arrive⁵.

Dutrochet⁶ (1824 et 1837), revenant sur le même sujet, confirma les résultats

¹ De Mairan, *Histoire de l'Académie*, 1729, p. 35.

² Du Fay, *Histoire de l'Académie*, 1736, p. 88 et 89.

³ Duhamel, *Physique des arbres*, t. II, p. 158 et 159.

⁴ De Candolle, *Mémoires des savants étrangers de l'Institut*, t. I, 1805. — *Physiologie végétale*, 1832, p. 860 et 4071.

⁵ Voici les termes dans lesquels De Candolle (Mém. cité, p. 345) rend compte de cette observation curieuse: « J'ai essayé de changer d'une autre manière la marche de cette plante: le 11 thermidor, je l'ai mise dans un caveau obscur le jour, éclairé la nuit; sa marche a été très-irrégulière le premier jour, moins irrégulière le second, et le troisième elle s'est ouverte le soir et fermée le matin. »

⁶ Dutrochet, *Mémoires*, t. I. *Du réveil et du sommeil des feuilles*. — *De l'excitabilité végétale*.

obtenus par ses devanciers, et montra que des Sensitives placées dans l'obscurité continue ne tardent pas à perdre la faculté d'exécuter leurs mouvements habituels, soit spontanés soit provoqués, et tombent ainsi dans l'état qu'il nomme *état d'asphyxie*, à cause de sa ressemblance avec celui qu'elles présentent après un court séjour dans le vide¹. Cet état d'asphyxie est caractérisé par un redressement des pétioles primaires et une demi-plicature des folioles pour les feuilles moyennes, tandis que dans les feuilles supérieures les folioles sont rapprochées et dans les inférieures complètement étalées. C'est un état mixte de sommeil et de réveil, mais dans lequel le réveil est de beaucoup prédominant. Il persiste invariablement dans l'obscurité continue². Il suffit d'exposer les plantes tombées en état d'asphyxie à la lumière solaire directe ou à la lumière diffuse pour les voir recouvrer leurs mouvements, beaucoup plus vite dans le premier cas que dans le second³. La température exerce sur la production de ce phénomène une action fort intéressante. Sous l'influence d'une température de 20° à 25° R., l'état d'asphyxie est complet après quatre ou cinq jours d'exposition à l'obscurité; après dix jours, par une température de 14° à 20° R.; après quinze jours, lorsqu'elle varie entre 10° et 15° R.⁴. Les folioles perdent leur motilité avant les pétioles primaires et la recouvrent également avant eux lorsque la plante est remise à la lumière⁵. Les jeunes feuilles récupèrent leur motilité avant les vieilles⁶, et chez les unes comme chez les autres les premiers indices de la motilité réparée se manifestent par la réapparition des mouvements périodiques; ceux d'irritabilité ne reviennent que plus tard⁷.

En 1863, M. Sachs⁸ rapprocha la position d'asphyxie de Dutrochet de celles que prend la Sensitive sous diverses autres influences et proposa pour tous ces états dans lesquels la plante a perdu sa motilité, quelle qu'en fût la cause, le nom d'*état de rigidité* (*Starrezustand*). Il montra que la position que prennent les folioles sous l'influence d'une obscurité continue, n'est pas définitive dès le second jour de l'expérience, ainsi que le disait Dutrochet, mais qu'elle varie constamment. Les mouvements de veille et de sommeil se répètent à des intervalles plus ou moins courts et irréguliers, jusqu'à ce que la plante tombe dans l'état de rigidité⁹. La même chose arrive lorsque le Mi-

¹ Dutrochet, *op. cit.*, p. 527. — ² Id., *ibid.* — ³ Id., *ibid.*, p. 556. — ⁴ Id., *ibid.*, p. 556 et 558.

⁵ Dutrochet, *ibid.*, p. 554 et 555.

⁶ D'après mes expériences (voy. aussi Sachs, *Flora*, 1863, p. 487, *Acacia lophantha*), les jeunes feuilles perdent leur motilité plus tard que les autres. L'état de rigidité envahit donc les feuilles successivement de bas en haut; le retour à la motilité suit une marche inverse.

⁷ Dutrochet, *op. cit.*, p. 557 et 559.

⁸ Sachs, *Die vorübergehenden Starrezustände periodisch beweglicher und reizbarer Pflanzenorgane* (*Flora*, 1863, n° 29 à 32).

⁹ Sachs, *Mém. cité*, p. 483.

mosa, au lieu d'être dans l'obscurité complète, est placé dans un endroit sombre où l'on peut encore, par exemple, lire des caractères assez fins. Il semble que l'excitabilité soit également soumise à des variations périodiques¹. Pendant ces observations, les variations de température ont été très-faibles, de sorte qu'on ne peut les regarder comme la cause déterminante des changements de position des folioles.

Mes observations sur le mouvement des folioles dans l'obscurité prolongée ne me permettent pas d'ajouter rien d'essentiel aux résultats obtenus par mes devanciers. Je ferai remarquer toutefois qu'elles confirment celles de M. Sachs. Quant à la rigidité provoquée par la même cause, je n'ai rien de plus à en dire que ce que l'on trouve dans le Mémoire de ce physiologiste.

La marche de la tension une fois déterminée chez la plante placée dans ses conditions normales d'existence, il importait de savoir l'influence que pouvait exercer sur elle l'obscurité continue. Il aurait été fort intéressant de suivre le phénomène pas à pas jusqu'à l'état de rigidité complète; mais ces recherches, continuées jour et nuit, deviennent à la longue extrêmement fatigantes, et je me suis borné à des observations qui embrassent une période de 24 heures seulement. Elles sont consignées dans les pl. IV, V et VI. Dans ces deux dernières, ce sont les deux lignes supérieures seulement qui y ont rapport; les inférieures appartiennent à une plante végétant dans les conditions normales, et peuvent servir de terme de comparaison. Le bulletin de ces expériences se trouve dans la seconde partie, p. 67 et suiv.

Voici les conclusions que l'on doit tirer de ces observations :

Pendant les 24 premières heures d'exposition à l'obscurité, la tension continue à être plus forte la nuit que le jour.

Elle conserve ses variations de premier ordre; mais le minimum principal, au lieu d'être à l'entrée de la nuit, est placé au milieu du jour (pl. IV), ou bien il a lieu plus tard que d'habitude (entre 9 et 10 heures du soir, dans les pl. V et VI).

Dans les deux cas, le grand maximum est avancé de trois heures environ. Il a lieu vers minuit (pl. IV et pl. VI, F. 3), et est suivi également d'un minimum du matin prématuré (de 3 à 5 heures). La période complète est donc abrégée du même temps.

Les oscillations de deuxième ordre, à l'exception du minimum du matin, sont devenues plus ou moins inappréciables.

Celles de troisième ordre gardent leur rythme habituel et leur durée ne varie pas sensiblement. Leur amplitude paraît moins grande que dans les conditions normales; toutefois les obs. 3 et 4 (2^e partie, p. 69, et pl. V et VI) ne concordent pas complètement à cet égard avec les autres.

¹ Sachs, Mém. cité, p. 484. Pour l'explication de ce fait, voy. plus loin, p. 40, note.

La tension ne varie pas dans des limites aussi étendues que dans les conditions habituelles. Dans ce dernier cas on voit l'angle d'élévation de chaque feuille offrir en moyenne, du grand maximum au grand minimum, une variation de 60° à 90°; dans l'obscurité, ces variations ne dépassent guère une amplitude de 50° (comparez les pl. I et II à IV, tableau de gauche). Du grand minimum au grand maximum, c'est encore la même chose (comparez pl. I et III à pl. IV, tableau de droite).

Pendant la première journée, la tension ne descend pas aussi bas que d'habitude; elle est donc augmentée relativement, mais non d'une manière absolue. Elle diminue ensuite lentement, à mesure que les oscillations perdent elles-mêmes de leur amplitude, jusqu'à ce que, celles-ci ayant disparu, elle tombe à un minimum et que la plante entre dans l'état de rigidité¹.

Ces résultats s'accordent parfaitement avec les conclusions de M. Kraus sur l'état de la tension dans les tiges placées à l'obscurité².

Telle est l'influence de l'obscurité prolongée sur la marche de la tension. Quant à ce qui regarde celle de la lumière continue, on en est encore réduit à l'expérience de De Candolle rapportée plus haut. Comme elle concorde dans les points principaux avec ce que nous savons de l'influence de l'obscurité, il est extrêmement probable qu'après des variations de tension analogues, la plante finit par tomber également dans l'état de rigidité.

D'après tout ce qui précède, l'existence des variations périodiques de la tension dépend d'un certain degré de lumière et d'obscurité distribuées dans un ordre déterminé; mais ni l'un ni l'autre de ces deux agents ne peut être regardé comme la cause immédiate du phénomène, puisque celui-ci continue aussi bien à la lumière prolongée que dans l'obscurité continue. L'action de ces agents consiste simplement à entretenir les organes dans un état favorable à la manifestation de la périodicité, dans cet état que M. Sachs a désigné sous le nom de *photonus*. C'est une influence tonique; elle est la même sur les variations de la tension que sur les autres fonctions de la plante; en deçà comme au delà d'une certaine mesure, la fonction languit d'abord, puis disparaît, et la vie s'éteint.

Mais si les variations de l'intensité de la lumière ne sont pas la cause première des mouvements périodiques, elles peuvent, lorsque la plante est dans son état de tonicité, d'excitabilité, déterminer la production des mouvements périodiques à des moments

¹ Voy. les observations de M. Sachs sur la position des pétioles primaires dans l'état de rigidité, Mém. cité, *Expérience*, II et IV, p. 482 et 484.

² Kraus, Mém. cité, p. 20. — *Bot. Zeit.*, p. 125 et 126.

donnés, et provoquer des mouvements plus ou moins accidentels capables de masquer les mouvements périodiques et même d'en revêtir le caractère en se confondant avec eux. Ces mouvements ont été à juste titre distingués par M. Sachs sous le nom de *paratoniques*. Je ne saurais trop insister sur l'importance de cette distinction : elle est indispensable si l'on veut arriver à une intelligence aussi complète que possible de la périodicité et des autres phénomènes de motilité. Ainsi, pour le cas particulier qui nous occupe, nous avons constaté, chez la Sensitive, la faculté d'exécuter, dans des conditions d'existence uniforme, en l'absence de tout excitant appréciable, des mouvements qui se répètent à des intervalles plus ou moins variables. Ces mouvements sont les vrais mouvements périodiques, mais ils se confondent avec les mouvements paratoniques aussitôt que l'une des conditions d'existence, venant à changer, réagit sur l'excitabilité, et, si toutes les conditions d'existence changent à la fois, ce sera celle qui exerce la plus forte influence sur la tension, qui en deviendra le régulateur. C'est pour cela que le rythme des mouvements périodiques coïncide, chez la Sensitive et le plus grand nombre des plantes, avec le retour du jour et de la nuit, de façon que, suivant l'expression de M. Sachs, ce que l'on désigne communément sous le nom de *mouvement périodique* est la résultante d'un mouvement périodique véritable et d'un mouvement paratonique¹.

Quelques exemples feront encore mieux saisir la différence essentielle de ces deux ordres de mouvements.

Je suppose une Sensitive parvenue, vers 1 ou 2 heures du matin, à son maximum de tension; cet état peut se prolonger longtemps si les conditions extérieures ne changent pas : les feuilles présenteront de courtes oscillations avant de se déterminer à leur abaissement périodique du matin. Si à ce moment un rayon de soleil vient les frapper, cette espèce d'irrésolution cesse, l'équilibre est rompu et l'action paratonique détermine la production du mouvement périodique. L'heure du sommeil est réglée de même et concorde avec l'excitation paratonique de l'obscurité commençante de la nuit. On comprend maintenant comment De Candolle a pu renverser l'ordre des mouvements de sommeil et de veille : dans une expérience de cette sorte, la Sensitive se trouve soumise à des influences perturbatrices, qui apportent d'abord quelques variations dans le rythme de ses mouvements; mais sa tendance à la périodicité existe toujours et elle est satisfaite du moment où un excitant quelconque; revenant à des intervalles normaux, vient déterminer, par son action paratonique, le retour régulier des mouvements. Si vers midi, heure où doit se produire un minimum de tension, le soleil, jusque-là très-ardent, vient à se voiler, la tension, au lieu de diminuer, augmentera et le *minimum* périodique disparaîtra; il pourra même être remplacé par un

¹ Voy. à ce sujet Sachs, *Experimentalphysiologie*, p. 43 et suiv.; p. 490 et suiv.

maximum paratonique. Un arrosage abondant, si la plante est épuisée, produira le même effet, de même aussi une élévation notable de température après une matinée fraîche.

Ces considérations nous amènent à considérer sous un nouveau point de vue les mouvements périodiques tels que je les ai décrits précédemment. Quelles sont, parmi les trois ordres d'oscillations, celles qui sont essentiellement périodiques et celles qui peuvent être ramenées à des influences paratoniques? Ainsi que le montrent mes observations sur les plantes placées dans l'obscurité, le maximum de la fin de la nuit et le minimum du milieu du jour sont, avec les oscillations de troisième ordre, les seuls mouvements qui paraissent vraiment périodiques, c'est-à-dire indépendants des influences extérieures. Quant aux maxima et minima secondaires, les nombreuses variations que l'on remarque dans leur intensité et l'heure à laquelle ils se manifestent, leur disparition même dans certaines circonstances, me les font regarder comme paratoniques. Il n'est point très-difficile de se rendre compte de leur apparition aux heures indiquées. Le minimum du matin est déterminé par l'action rapide des premiers rayons lumineux sur les organes parvenus à leur maximum de tension et extrêmement excitables en cet état. Le maximum de la matinée viendrait de l'afflux, plus considérable à ce moment qu'à tout autre¹, de la sève fournie par les racines et de la grande humidité de l'air. Le maximum de lumière, par son action paratonique, déterminerait le grand minimum périodique à tomber assez régulièrement vers midi, et le maximum de chaleur qui, comme on le sait, se trouve vers 2 ou 3 heures de l'après-dînée, provoquerait l'apparition paratonique du maximum de l'après-dînée. Enfin, le minimum du soir serait déterminé par l'abaissement de la température et l'épuisement de la plante. Tous ces maxima et minima devront être d'autant plus appréciables que l'on observera des organes exposés davantage aux influences paratoniques de la chaleur, de la lumière, de l'humidité, hypothèse qui cadre parfaitement avec les faits, puisque nous savons qu'ils sont apparents surtout dans les feuilles, plus difficiles à découvrir dans la tige jeune et feuillée; enfin, qu'ils paraissent manquer dans les troncs.

Si les mouvements paratoniques sont distincts des périodiques, ils ne le sont pas moins des mouvements produits par l'excitation. Ces derniers sont toujours caractérisés par une rupture subite d'équilibre dans l'état de tension des organes moteurs. Dans le *Mimosa*, par exemple, l'une des moitiés du pulvinule perd subitement sa tonicité, et, devenue inerte, est repoussée et comprimée par l'autre moitié. A la suite de cette rupture d'équilibre, l'organe tombe invariablement dans un état de tension moindre. Dans les mouvements paratoniques, la tension de l'organe peut

¹ Hofmeister, *Flora*, 1862, p. 114.

augmenter ou diminuer, mais ces phénomènes se passent lentement; il n'y pas rupture absolue et subite de l'équilibre, mais changement lent dans les conditions et la position d'équilibre.

Après ces distinctions essentielles, il me reste à définir l'action paratonique de la lumière et de l'obscurité.

M. Kraus¹ a montré que la lumière diminue l'état de tension des tissus et que l'obscurité l'augmente. On sait, par les expériences de M. Sachs², que les rayons les plus réfringents du spectre, bleus, violets et ultra-violets, possèdent seuls une influence paratonique sur la tension. Ce sont également les plus actifs, sinon les seuls actifs dans les phénomènes d'héliotropisme³.

Mes recherches sur l'influence paratonique de la lumière et de l'obscurité sur la tension des pulvinales moteurs du *Mimosa* m'ont conduit aux mêmes résultats que M. Kraus. Je n'en ferais donc pas mention, si la *Sensitive*, grâce à sa merveilleuse organisation, ne montrait le phénomène avec une netteté qu'on rencontrerait difficilement ailleurs.

J'ai donné trois observations seulement (2^e partie, V, A.); les deux premières serviront à montrer combien l'action de la lumière est énergique, puisque les plantes exposées auparavant au soleil n'ont pas laissé d'élever leurs feuilles dans l'armoire, malgré l'influence contraire de l'abaissement de température, et réciproquement les plantes de l'armoire placées au soleil n'ont pas tardé à abaisser leurs pétioles, malgré l'action antagoniste de l'augmentation de chaleur⁴. On voit, par la troisième observation, que lorsque la lumière est peu intense pendant la journée, l'heure du minimum du soir se trouve considérablement retardée et reportée vers 10 heures. Ce fait explique comment, dans la première observation (2^e partie, III, A, 29 juillet, plantes n^{os} 1, 2 et 3), et les observations 2 et 4 (2^e partie, III, B, pl. III et VI), le minimum se trouve rejeté à 8 1/2 heures, 10 heures et même 11 heures du soir.

§ 2. De l'influence tonique et paratonique de la température.

Les limites de température entre lesquelles le *Mimosa* conserve sa motilité ont été déterminées par M. Sachs dans le Mémoire déjà cité⁵; je ne ferai que rappeler ses conclusions.

¹ Kraus, Mém. cité, p. 49. — *Bot. Zeit.*, p. 125.

² Sachs, *Bot. Zeitung*, 1857, p. 812.

³ Sachs, *Experimentalphysiologie*, p. 42. — Hofmeister, *Die Lehre der Pflanzenzelle*, p. 298.

⁴ Nous verrons plus loin que la tension augmente avec la chaleur, et réciproquement.

⁵ *Vorübergehende Starrezustände*, p. 451 et suiv.

Limite supérieure de la température. — La première observation sur ce sujet remonte, paraît-il, à De Candolle. Une *Sensitive*, après être restée exposée dans l'obscurité à une température de 37° C. (probablement), au moins pendant douze heures, ferma ses folioles. Elle les ouvrit de nouveau au bout de trois heures, après avoir été éloignée du poêle et mise dans un endroit où la température était de 20° seulement; elle avait perdu toute sa sensibilité au toucher et a persisté dans sa position. Vingt-quatre heures après le commencement de l'expérience, elle fut portée dans une serre et arrosée; l'insensibilité et l'absence de mouvement persistèrent encore pendant douze heures. Enfin le soir de ce dernier jour, les mouvements de sommeil se produisirent de nouveau, et le lendemain les folioles étaient ouvertes et avaient recouvré leur sensibilité accoutumée¹.

D'après M. Sachs, une température de 40° C., continuée pendant une heure, suffit pour produire un état de rigidité qui disparaît très-vite. Une température de 45°, agissant pendant une demi-heure, produit un effet semblable. La rigidité se manifeste après une courte exposition à une température de 49 à 50°; enfin à 50° C. elle devient permanente, dans les jeunes feuilles au moins, et celles-ci meurent dans l'espace de quelques jours².

¹ De Candolle, *Mémoires des savants étrangers de l'Institut*, t. I, 1805, p. 346.

² Sachs, *Mém. cité*, p. 457.

Dans ce Mémoire (p. 454 et 455), M. Sachs fait mention d'un phénomène fort curieux, mais dont il ne donne pas l'explication. Une *Sensitive* (3 juillet), après être restée une heure sous l'influence d'une température de 40°, avait conservé son excitabilité. Lorsque la cloche qui la couvrait eut été enlevée aussi doucement que possible, les feuilles tombèrent d'elles-mêmes. Au bout de dix minutes, la température ambiante n'étant plus que de 20° C., les pétioles avaient pris la position horizontale et la plante avait perdu son excitabilité.

Dans une autre expérience (5 juillet), chez une *Sensitive* exposée quarante minutes à une température de 45° C., les pétioles étaient horizontaux et encore excitables. La plante fut enlevée de l'appareil et placée à la fenêtre où la température était de 21,5° C. Au bout d'une demi-heure, elle était devenue complètement insensible.

Voici l'explication probable de ce phénomène. Nous avons vu précédemment que l'état de rigidité produit par l'obscurité débute toujours par les feuilles inférieures; il semble en être de même pour la rigidité due à l'influence de températures extrêmes. D'après cela, on doit regarder l'existence d'une forte tension dans un pulvinule comme une cause défavorable à la production de la rigidité, et réciproquement. Or nous savons que dans une feuille qui tombe brusquement, ou dans une plante qui passe d'une température élevée à une autre plus basse d'une vingtaine de degrés, la tension diminue d'une façon très-notable. A peine cette diminution a-t-elle eu lieu, que les causes qui n'étaient pas capables auparavant de produire la rigidité prennent le dessus, et cet état se déclare subitement.

C'est un phénomène analogue au suivant. Si chez une *Sensitive* qui commence à prendre la position nocturne, on irrite une feuille, ses folioles se ferment pour ne plus s'ouvrir, tandis que les feuilles qui n'ont pas été irritées n'arriveront à la même position qu'une demi-heure après ou même encore plus tard.

La même explication s'applique vraisemblablement aux retours périodiques de l'excitabilité dans les feuilles des *Sensitives* exposées à l'influence d'une obscurité continue (Sachs, même Mémoire, p. 483 et 484). Il est

Dans l'eau chaude, la rigidité commence à une température moins élevée. Ainsi une plante était tombée en cet état après avoir passé 30 minutes dans de l'eau dont la température avait varié entre 40 et 36° C.¹

Limite inférieure de la température. — D'après le même auteur, une température supérieure à 15° C. est capable d'entretenir indéfiniment la motilité de la Sensitive; au-dessous, la fonction se perd plus ou moins rapidement suivant que la température s'éloigne plus ou moins de ce point limite. Il signale également ce fait intéressant que la limite de la température nécessaire à la végétation de la Sensitive paraît être la même².

Dans de l'eau à une température de 16° à 17° C., la rigidité se manifeste déjà au bout d'un quart d'heure d'immersion³.

Il est remarquable qu'ici, comme pour la rigidité provoquée par l'absence de lumière, les mouvements d'excitation disparaissent toujours avant les périodiques, que l'on s'approche de la limite supérieure ou inférieure de la température nécessaire à la conservation de la motilité. De même, lorsque l'état de rigidité cesse, les mouvements périodiques sont les premiers à reparaitre. Il semble, d'après les expériences du même auteur, que la rigidité débute par les feuilles inférieures.

M. Kraus⁴, étudiant l'influence paratonique de la température sur la tension des tiges, est arrivé à la conclusion suivante : entre 14 et 38°, les variations de température n'ont pas d'influence sur la tension, mais celle-ci diminue rapidement lorsque la température s'abaisse au-dessous de 7 à 8°, et réciproquement elle augmente lorsqu'on passe de cette dernière température à une de 15° à 20°⁵.

Les trois observations que je rapporte (2^e partie, V, B) montrent que chez la *Mimosa* le passage d'une température de 18° C. à 32° C. et au-dessous augmente la tension d'une façon très-notable. De même, un abaissement de température de 30° C. à 19° C. et au-dessous la diminue considérablement.

On notera que, dans ces expériences, l'augmentation de température produit un rapprochement lent des folioles, qui s'ouvrent ensuite après un temps variable; il en a été de même dans les expériences de M. Sachs.

extrêmement probable que c'est aux heures où la tension a augmenté que l'on voit réapparaître ces traces d'excitabilité, lesquelles disparaissent bientôt lorsqu'elle diminue, pour se montrer encore, mais de plus en plus faibles, quand la périodicité ramène une nouvelle augmentation de tension.

¹ Sachs, Mém. cité, p. 459. — ² Id., *ibid.*, p. 452. — ³ Id., *ibid.*, p. 458.

⁴ Kraus, Mém. cité, p. 49. — *Bot. Zeit.*, p. 124 et 125.

⁵ D'après M. Duval-Jouve (*Bulletin de la Soc. bot. de France*, 1868, p. 12), l'amplitude des mouvements des feuilles des *Bryophyllum calycinum* décroît à mesure que la température baisse. Les mouvements cessent entre + 6° et 5° C.

§ 3. *Influence tonique et paratonique de l'humidité.*

M. Sachs, dans son Mémoire déjà souvent cité, décrit un état de rigidité du *Mimosa* causé par la sécheresse prolongée (*Trockenstarre*)¹. On doit se garder de le confondre avec l'état de fanaison. Dans la rigidité dont il est question, les pétioles sont horizontaux ou à peu près; dans l'état de fanaison, ils sont pendants. La fanaison ne comporte plus aucune tension active des tissus; dans l'état de rigidité elle est encore très notable: Il ne faudrait pas croire, lorsqu'un organe passe de la fanaison à un état où la tension entre de nouveau en jeu, que ce passage tient nécessairement à une augmentation de la quantité d'eau contenue dans l'organe, et que le contraire a lieu dans le cas inverse. Il n'en est rien. L'eau que renferme l'organe subit seulement un changement de distribution².

La rigidité causée par le manque d'eau est susceptible, comme les autres espèces de rigidité, de disparaître au bout de deux à trois heures par un arrosage abondant.

De même que le manque d'eau détermine un état de rigidité chez la Sensitive, il semble, ce qui est tout à fait rationnel, que son excès produise le même effet. Malheureusement, des observations que je connais sur ce point, toutes ne sont pas également concluantes. La première remonte à Du Fay³. D'après cet observateur, une Sensitive, après avoir passé vingt-quatre heures dans un seau plein d'eau, au mois de juillet, n'était plus que très-peu sensible. Comme la température n'est pas indiquée, on pourrait rapporter ce fait à l'influence prolongée d'une température assez basse, mais le texte semble contraire à cette supposition. La deuxième observation est plus probante, elle est due à M. Hofmeister⁴: si, après avoir retranché la moitié supérieure d'un pulvinule primaire de *Mimosa*, on dépose aussitôt une goutte d'eau sur la blessure, le pétiole se redresse instantanément et vient s'appuyer contre la tige. Tant que cette goutte d'eau n'est pas vaporisée, le pulvinule reste insensible à l'excitation, et cet état peut se prolonger longtemps si on la renouvelle; lorsqu'elle vient à sécher, on voit l'excitabilité de l'organe reparaître au bout de quelques minutes. Enfin, d'après Cohn⁵, les étamines des Centaurées perdent presque instantanément la propriété de se contracter sous l'influence d'une irritation quand on les plonge dans l'eau.

¹ Sachs, Mém. cité, p. 500.

² On peut voir à ce sujet: Hofmeister, *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, p. 278.

³ Du Fay, Mém. cité, p. 99; expérience XXX.

⁴ Hofmeister, *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, p. 318.

⁵ Cohn, *Contractile Gewebe* (*Jahrb. Schles. Ges.*, 1861, livr. I, p. 40). Cette citation d'après M. Hofmeister. *ibid.*

Quant à ce qui régarde l'influence paratonique de l'agent que nous considérons en ce moment, M. Kraus¹ a montré que l'augmentation de la quantité d'eau que contiennent les tissus amène une augmentation de tension, et que réciproquement, l'intensité de celle-ci s'amoindrit si la quantité d'eau diminue.

On peut facilement se convaincre qu'il en est ainsi en laissant une Sensitive sans l'arroser, pendant cinq à huit jours, en été. A mesure que la sécheresse avance, on voit l'angle d'élévation des feuilles diminuer. L'épuisement ne doit point aller jusqu'à l'établissement de la rigidité. Dans cet état, après un arrosement abondant, on voit, déjà au bout d'une demi-heure, les pétioles se relever, et ce mouvement continue jusqu'à ce que les tissus soient saturés. Tous ces faits sont tellement simples et faciles à observer, que je m'abstiens de tout exemple.

D'après cela, il était probable que le degré d'humidité de l'air doit également exercer une influence sur l'état de la tension du *Mimosa*. A une température voisine de 18° C., cette action est assez faible pour être à peine sensible. A des températures plus élevées, comprises entre 23° et 32° C., elle est très-notable, ainsi que l'indique l'obs. 1, 2^e partie, V, C. On y voit que sous une cloche, dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, les pétioles se sont élevés bien davantage que chez une plante placée à côté, à l'air libre, et ont atteint une hauteur qu'ils présentent rarement dans les circonstances habituelles.

Outre les agents lumière, chaleur et humidité, il en existe encore d'autres dont l'action sur la tension est plus ou moins puissante; tel est, par exemple, l'air atmosphérique, dont l'absence fait tomber extrêmement vite les plantes en état de rigidité. Déjà en 1736 Du Fay² avait soumis la Sensitive à l'influence du vide de la machine pneumatique, et constaté qu'elle devenait insensible aux excitations, mais continuait pendant longtemps (trois jours, dans le mois d'août) ses mouvements périodiques. Après que la plante fut restée ainsi quatre jours dans un air extrêmement raréfié (le mercure indiquait une pression de quatre lignes), ses feuilles étant déjà jaunies et en partie fanées; elle fut arrosée et placée au soleil: les pétioles primaires recouvrèrent quelque sensibilité, mais la plante ne tarda pas à périr.

Dutrochet³ répéta cette expérience, et vit qu'une Sensitive placée sous le récipient de la machine pneumatique ploie ses folioles dès le premier coup de piston; lorsque le vide est achevé, les pétioles se relèvent et les folioles s'écartent. Cet état de réveil persiste invariablement, malgré l'obscurité de la nuit. Il a désigné cet état sous

¹ Kraus, Mém. cité, p. 46. — *Bot. Zeit.*, p. 122.

² Du Fay, Mém. cité, p. 107.

³ Dutrochet, *Mémoires*, t. I, p. 513.

le nom de *position d'asphyxie*. Les observations de Kabsch¹ sur le même sujet ont donné des résultats semblables.

Je ne fais que mentionner l'action énergique que l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, l'oxygène pur etc. exercent sur la tension. N'ayant pas d'observations personnelles sur ces divers points, je renvoie le lecteur aux Mémoires de Kabsch et de M. Sachs.

Il existe également une foule d'expériences touchant l'influence de certaines substances toxiques, alcaloïdes, huiles essentielles volatiles, éthers etc., sur la Sensitive. Je ne crois pas devoir faire mention de ces observations; les mouvements des feuilles ont à peine été suivis, de telle façon qu'il est impossible d'en tirer quelque conclusion sur les variations de tension dans ces circonstances.

Je termine ce paragraphe par l'exposé des résultats généraux que m'ont donnés deux expériences sur l'influence de l'éther sulfurique.

Chez la Sensitive exposée, sous une cloche, à une atmosphère d'air saturé de vapeurs d'éther (j'opérais à une température variant entre 19° et 23° C.), les mouvements d'excitabilité disparaissent avant les périodiques.

La rigidité envahit les feuilles successivement de bas en haut.

Du moment où une feuille approche de l'état de rigidité, ses mouvements ont pour effet un abaissement lent, si sa position antérieure était élevée, de sorte que la rigidité est caractérisée par la position diurne des folioles et une position des pétioles primaires voisine de l'horizontale.

A la température de 19° à 23° C., je n'ai pas vu l'excitabilité disparaître complètement, dans les feuilles inférieures, avant quatre et six heures, à compter du commencement de l'expérience, et dans les feuilles supérieures encore plus tardivement.

L'état de rigidité produit par l'éther concorde donc, quant à sa marche et ses caractères, avec ceux que nous avons précédemment appris à connaître.

Il n'y a assurément aucune raison pour admettre, avec M. Bert², que la raison intime des mouvements d'excitabilité soit différente de celle des mouvements périodiques. Il n'existe entre les deux phénomènes que des différences du plus au moins, et si une Sensitive paralysée par l'éther ou le froid n'exécute plus que ses mouvements périodiques, cela tient, non à ce que des causes différentes président à la production de ces deux sortes de mouvements, mais uniquement aux altérations que subit le tissu érectile. Il faut que celui-ci possède sa tonicité dans toute sa plénitude, pour que les changements rapides dans la distribution de son eau d'imbibi-

¹ Kabsch, *Ueber die Einwirkung verschiedener Gase und des luftverdünnten Raumes auf die Bewegungserscheinungen im Pflanzenreiche* (Bot. Zeitung, 1862, p. 345).

² Bert, *Mém. cité*, p. 34.

tion, et partant les mouvements d'excitabilité, puissent se réaliser; si cette tonicité est amoindrie, les mouvements rapides disparaîtront; mais des changements lents suffisant à la production de certains mouvements périodiques, ceux-ci persistent jusqu'au moment où, les conditions de ce phénomène étant complètement abolies, la rigidité s'établit.

Nous avons vu que, si la rigidité transitoire n'empêche pas le retour à la santé parfaite lorsque la plante est replacée dans ses conditions d'existence habituelle, ce même état se termine par la mort quand sa durée dépasse certaines limites. Or, dans toutes les expériences qui ont été faites sur ce sujet, on n'a employé, pour constater la rigidité, que des moyens fort insuffisants, tels que la position des folioles, dont les variations de tension nous sont encore inconnues; quant à celle des pétioles primaires, elle n'a jamais été déterminée avec exactitude; jamais on ne s'est assuré que, parvenu à un certain degré de rigidité, tel pétiole n'exécute plus des mouvements périodiques, de quelques degrés d'amplitude par exemple. Il serait donc possible que ce qu'on a pris jusqu'à présent pour la rigidité complète n'en soit que le prélude, qu'une rigidité imparfaite, et que celle-ci seule permette le retour à la vie, tandis que la mort serait l'issue forcée de la suspension définitive de tout changement périodique dans la tension. La périodicité acquerrait ainsi un caractère de généralité qui la placerait au même rang que les phénomènes primordiaux essentiels à la vie.

CHAPITRE IV.

THÉORIE DES MOUVEMENTS PÉRIODIQUES ET PARATONIQUES DE LA FEUILLE DU MIMOSA PUDICA.

D'après les développements anatomiques et physiologiques qui précèdent, on peut regarder l'organe moteur de la feuille du *Mimosa* comme composé de deux moitiés, l'une supérieure, l'autre inférieure, toujours en état de tension ou d'expansion, faisant sans cesse effort pour s'allonger, et poussant chacune le pétiole dans des directions opposées. La supérieure le dirige en bas, l'inférieure en haut. De ces deux ressorts, l'inférieur surpasse le supérieur en force; il est à la fois plus long et plus épais, et peut faire équilibre, non-seulement à ce dernier, mais encore au poids de la feuille.

Nous pouvons faire sur le mécanisme des mouvements du pétiole primaire les trois hypothèses suivantes :

1° Le mouvement est dû à une variation dans la force de l'un des ressorts seulement, l'autre ne présentant aucun changement.

2° Il y a changement dans la force des deux ressorts; en sens inverse; quand l'un devient plus fort, l'autre devient plus faible.

3° Il y a changement dans la force des deux ressorts, mais dans le même sens. La puissance de tous les deux augmente ou diminue en même temps.

L'incompatibilité des deux premières hypothèses avec les résultats fournis par l'observation nous force à les rejeter.

Quel sera donc, suivant la troisième, le mécanisme des mouvements du pétiole, et comment seront-ils en rapport avec l'état de tension de l'organe ?

Dans ce qui va suivre, je négligerai l'extensibilité et l'élasticité du faisceau fibrovasculaire placé au centre du pulvinule, ainsi que la tension extrêmement légère qui existe entre le tissu érectile et l'épiderme. Je rappellerai que l'on peut mesurer la tension du pulvinule par la demi-somme des tensions des deux ressorts. La tension de chaque ressort, c'est-à-dire l'effort qu'il fait pour acquérir la longueur qu'il doit avoir, peut être représentée par un nombre.

L'augmentation ou la diminution simultanée de la force de chaque ressort peut se faire de trois façons :

- A. Ou bien d'une manière proportionnelle à la puissance de chaque ressort;
- B. Ou bien d'une manière égale dans chaque ressort;
- C. Ou bien, enfin, elle est inégale et non proportionnelle.

A. L'augmentation de force dans chaque ressort est proportionnelle à sa puissance, par exemple $1/2$, $1/3$ etc., de sa force totale.

Une position quelconque de la feuille étant donnée, je pose :

$$1 \left\{ \begin{array}{l} \text{la force du ressort supérieur } t = 4, \\ \text{» } \text{» } \text{inférieur } t' = 4 + 2, \end{array} \right.$$

$$\text{La tension totale du pulvinule } T = \frac{t + t'}{2}$$

Je fais augmenter les deux ressorts de la moitié de leur puissance respective; j'ai :

$$2 \left\{ \begin{array}{l} t_1 = 4 + 2, \\ t'_1 = 4 + 2 + 3, \end{array} \right.$$

$$\text{La tension totale } T' = \frac{t_1 + t'_1}{2} \text{ et nous avons } T' > T.$$

Or, si l'on considère la tension de chaque ressort dans ce dernier cas, 2, on voit qu'il n'y aura plus équilibre; le ressort inférieur l'emporte de 1 sur le supérieur et sur la quantité invariable qui représente le poids de la feuille; il poussera donc le pé-

tiolo en haut, et fera remonter la feuille jusqu'à ce que, par la réaction du ressort supérieur, l'équilibre s'établisse.

Ainsi donc, dans ce cas particulier, quand par une augmentation proportionnelle dans la tension des deux ressorts la tension de tout l'organe a augmenté, la feuille prend une position plus élevée. Il est facile de rendre cette démonstration générale et de prouver que tel sera le résultat de toute augmentation de puissance proportionnelle, quelle que soit la position primitive du pétiole.

On démontrerait de la même façon la proposition réciproque pour le cas de la diminution proportionnelle de la force de chaque ressort.

L'augmentation et la diminution de force des deux ressorts se font-elles réellement proportionnellement à leur puissance ? Il semble que si cela arrive, ce doit être très-rarement. En effet, si on annule le poids de la feuille, en coupant le pétiole un peu au-dessus du pulvinaire, les mouvements périodiques du moignon continuent. Or il est clair que, dans ce cas, si l'augmentation ou la diminution de force des deux ressorts se faisaient ainsi que je viens de le dire, la position d'équilibre ne changerait pas, le rapport des forces de chaque ressort demeurant constamment le même.

B. L'augmentation de force de chaque ressort est une quantité égale, par exemple dans chacun à la fois 2, 3, 4 etc....

Une position quelconque de la feuille étant donnée, je pose :

La force du ressort supérieur $t = 4$,
 » » inférieur $t' = 6$,

La tension du pulvinaire $T = \frac{t+t'}{2}$.

Je fais augmenter la force de chaque ressort de 2, j'ai :

$t_1 = 4 + 2$,
 $t'_1 = 6 + 2$,
 $T' = \frac{t_1+t'_1}{2}$ et l'on a $T' > T$.

Or comme $\frac{t_1}{t'_1} > \frac{t}{t'}$, l'équilibre sera rompu et le pétiole s'abaissera jusqu'à ce qu'il ait satisfait au rapport des forces de chaque ressort.

Mais l'expérience nous a appris que les moments où le pétiole s'élève sont ceux où la force du ressort inférieur augmente, et que, quand il s'abaisse, c'est que le ressort inférieur a diminué en puissance. L'augmentation ou la diminution de la force de chaque ressort d'une quantité égale, ne peut donc nous rendre compte des mouvements du pétiole.

On démontrerait de même la réciproque pour la diminution de la force de chaque ressort d'une quantité égale.

C. Puisque l'augmentation ou la diminution de force de chaque ressort n'est ni égale ni proportionnelle à leur puissance respective, elle se fait d'une manière inégale.

Dans cette troisième hypothèse, deux cas se présentent. Je ne considérerai d'abord que l'augmentation de tension.

1° L'augmentation de force est plus grande dans le ressort supérieur que dans l'inférieur; dans ce cas, une augmentation de la tension du pulvinule se traduira par un abaissement du pétiole.

2° L'augmentation de force est plus grande dans le ressort inférieur que dans le supérieur; dans ce cas, une augmentation de la tension du pulvinule se traduira par l'élévation du pétiole.

Or le premier cas est extrêmement peu vraisemblable. Nous avons vu que si nous supposons que l'élévation du pétiole soit un signe certain de l'augmentation de tension générale du pulvinule, la marche générale de la tension dans les feuilles se trouve concorder parfaitement avec celle de la tige. Non-seulement les maxima et minima principaux, mais même les secondaires, se présentent dans le même ordre, en même temps, heure pour heure, dans la tige et les feuilles. Cette concordance ne saurait être aussi parfaite si nous avions pris comme base d'évaluation de la tension dans les feuilles une position de ces organes qui nous eût indiqué, dans la totalité des cas ou du moins dans le plus grand nombre, juste le contraire de la vérité. Il y aurait eu nécessairement entre les deux phénomènes des dissemblances, des irrégularités, et, au lieu de cette corrélation si remarquable, je dirai si lumineuse, qu'elle s'impose à l'esprit comme une nécessité, nous n'aurions plus que des faits isolés, plus ou moins étrangers les uns aux autres, et dont le lien commun ne pourrait plus être rattaché sans violence et sans artifice.

Reste donc la dernière hypothèse, d'après laquelle *l'augmentation de tension du pulvinule se fait par une augmentation simultanée de la tension des deux ressorts, augmentation inégale de l'un à l'autre, non proportionnelle à leur puissance respective, et toujours plus considérable dans le ressort inférieur que dans le supérieur*. Non-seulement la vérité de cette hypothèse se trouve démontrée par l'exclusion des autres, mais encore c'est la seule qui rende raison de la corrélation des mouvements des feuilles et des variations de tension dans la tige du *Mimosa*.

En répétant le même raisonnement pour la diminution de tension du pulvinule, on arriverait à une conclusion tout à fait semblable, à savoir : *la diminution de ten-*

sion du pulvinule se fait par une diminution simultanée de la tension de chaque ressort, diminution inégale de l'un à l'autre, non proportionnelle à leur puissance respective, et toujours plus considérable dans le ressort inférieur que dans le supérieur.

En résumé, l'augmentation de tension du pulvinule se traduit par l'élévation du pétiole, et sa diminution par l'abaissement de ce dernier.

On comprend facilement comment, dans une feuille dont une des deux moitiés du pulvinule a été enlevée, l'amplitude des mouvements diminue. Si c'est, par exemple, la moitié supérieure qui manque, la moitié inférieure obéit librement à une partie de son expansivité, et le pétiole se redresse d'abord. Supposons qu'alors la tension tombe à son minimum dans le ressort inférieur, le pétiole s'abaisse, mais d'un arc beaucoup plus petit que si la moitié supérieure du pulvinule subsistait encore. Il est clair, en effet, que le ressort inférieur n'a pas à obéir à l'excès de force que le supérieur se trouverait avoir acquis (la diminution étant plus grande dans le ressort inférieur que dans le supérieur) s'il existait encore. Si, à ce moment de minimum, la tension passe à son maximum, il semble d'abord que le relèvement du pétiole devra être beaucoup plus considérable que si le ressort supérieur était encore là pour faire équilibre à l'inférieur. Il est clair qu'il en serait ainsi si l'augmentation de force du ressort inférieur était aussi considérable dans ce cas que lorsque le ressort supérieur n'a pas été enlevé; mais il n'en est rien. Le ressort inférieur n'a qu'une expansivité limitée; il ne peut s'allonger que dans une certaine mesure. Or, comme au moment où l'on a enlevé le ressort supérieur il a obéi à la plus grande partie de son pouvoir expansif, le passage du minimum de tension au maximum ne l'allonge plus que très-peu, et son arc de relèvement se trouve raccourci comme celui d'abaissement. Il faut ajouter à cela que, dans le cas où un des ressorts a été enlevé, une partie de la force de celui qui reste est employée à courber du côté opposé le faisceau fibro-vasculaire, qui ne se trouve plus soutenu par le ressort antagoniste. Cette courbure doit évidemment s'accroître aux heures où la tension augmente et diminuer dans les circonstances inverses. C'est ce que Brücke a observé¹.

La mesure de l'angle d'élévation de la feuille est un moyen commode et expéditif d'apprécier les variations de tension du pulvinule; mais il ne peut servir en rien à la mesurer ou à la comparer exactement d'une feuille à l'autre. Il y a plus: on ne peut être certain, pour une seule et même feuille, que la tension générale de son pulvinule soit la même pour deux angles d'élévation égaux. La position du pétiole dépend, en effet, du rapport de la force des deux ressorts, et ce rapport peut rester le même pour des tensions très-différentes. La différence dans une même feuille des deux

¹ Brücke, Mém. cité, p. 448.

angles de chute (après l'excitation), pour des angles d'élévation égaux (avant l'excitation), montre qu'une seule et même position du pétiole peut correspondre à des états de tension très-variés de ses deux ressorts moteurs¹. Le seul moyen de mesurer la tension du pulvinule avec quelque exactitude est celui que Brücke a employé le premier. On trouvera des détails à ce sujet dans son Mémoire et dans divers traités de physiologie².

Dans tout ce paragraphe, je n'ai eu en vue que les oscillations de premier ordre. L'analogie porte à croire que le même mécanisme préside à la production des autres. Il est fort possible cependant qu'un seul des ressorts ait la faculté d'augmenter ou de diminuer de tension assez rapidement pour déterminer les oscillations de troisième ordre. Pendant le temps que dure une oscillation, la tension de l'autre ne varierait pas d'une manière sensible. S'il en est ainsi, il est fort probable, d'après ce que l'on sait des variations rapides de la tension après l'excitation, que le ressort inférieur est seul actif dans ces oscillations de troisième ordre.

Je n'insisterai pas sur les conditions premières de ces variations périodiques de tension; il est suffisamment prouvé à cette heure qu'elles résultent de la distribution de l'eau qui imbibes les tissus, la capacité d'imbibition du protoplasma, aussi bien que celle des membranes, pouvant augmenter ou diminuer. Une certaine quantité d'eau est ainsi absorbée ou mise en liberté et réagit sur la forme et les dimensions des tissus et de leurs éléments. L'analyse n'a pas encore été poussée plus loin, et les phénomènes moléculaires qui président à ces changements nous sont encore complètement inconnus.

¹ On trouvera plusieurs cas de ce genre dans la 2^e partie, III, A, Plante n^o 3. J'en extrais les suivants :

1 ^{re} feuille :	6 h. 1/2 du matin.	Angle d'élévation avant l'excitation, 435° ; après, 400° ; différence, 35°.
»	9 h. 1/4 »	» » » 435° » 430° » 5°.
2 ^e feuille :	4 h. 1/2 du soir.	» » » 430° » 55° » 75°.
»	4 h. 3/4 du matin.	» » » 430° » 90° » 40°.
»	3 h. 3/4 »	» » » 435° » 70° » 65°.
»	6 h. 1/2 »	» » » 435° » 440° » 25°.
3 ^e feuille :	5 h. 3/4 »	» » » 445° » 70° » 45°.
»	8 h. »	» » » 445° » 86° » 29°.
4 ^e feuille :	4 h. 1/2 du soir.	» » » 445° » 72° » 43°.
»	8 h. du matin.	» » » 446° » 95° » 24°.
»	40 h. »	» » » 425° » 440° » 45°.
»	4 h. du soir.	» » » 423° » 85° » 38°.
»	44 h. 1/2 »	» » » 425° » 76° » 49°.
»	midi 1/2.	» » » 423° » 78° » 45°.

² Brücke, *Mém.* cité, p. 440. — Sachs, *Experimentalphysiologie*, p. 486. — Hofmeister, *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, p. 328.

Je résume les résultats les plus dignes d'attention contenus dans ce travail :

Là tension est plus grande la nuit que le jour.

Elle offre des oscillations continuelles de durée variable, périodiques et paratoniques.

Les oscillations périodiques les plus longues embrassent une durée de vingt-quatre heures ; elles présentent leur maximum vers la fin de la nuit et leur minimum vers le milieu de la journée.

Les plus courtes, d'une heure de durée environ, ont lieu jour et nuit.

Les oscillations paratoniques dues aux maxima et aux minima de lumière, température, humidité et vraisemblablement encore à d'autres influences, sont plus accusées le jour que la nuit.

Elles constituent des oscillations intermédiaires pour la durée entre les oscillations périodiques les plus longues et les plus courtes. Celles qu'il m'a été donné de déterminer offrent les maxima et les minima suivants :

Minimum du matin.		Maximum de l'après-dînée.
Maximum de la matinée.		Minimum du soir.

Il semble qu'on puisse encore admettre un maximum des premières heures de la nuit, suivi d'un minimum qui précède le grand maximum de la fin de la nuit.

Toutes ces variations de tension se présentent à la fois dans les tiges et les feuilles ; néanmoins ces derniers organes, étant plus exposés aux influences paratoniques, sont ceux chez lesquels on peut observer le plus facilement ces dernières oscillations.

La Sensitive présentant dans les organes moteurs de ses feuilles un tissu soumis aux variations de tension, chacun de ses mouvements n'est que l'expression de ces variations. L'augmentation de tension se traduit par l'élévation du pétiole primaire, et la diminution par son abaissement. Telle est, en résumé, la cause prochaine des mouvements de la feuille.

Quant à la manière dont se combinent ces variations de tension dans le pulvinule primaire, pour produire les divers mouvements du pétiole, voici les conclusions que l'on peut tirer par le raisonnement des faits observés :

L'augmentation ou la diminution de tension a lieu en même temps dans les moitiés supérieure et inférieure du renflement moteur ; mais le changement est toujours plus grand dans la moitié inférieure, de sorte qu'en somme les mouvements du pétiole indiquent les variations de la tension à la fois dans le pulvinule tout entier et dans chacune de ses moitiés.

Toutefois les proportions suivant lesquelles se font ces augmentations et diminutions de tension, simultanément dans chaque moitié du pulvinule, bien que soumises à des règles, sont cependant variables dans certaines limites, de sorte qu'une élévation donnée du pétiole ne correspond pas toujours à une tension égale de l'organe.

DEUXIÈME PARTIE.

I. Tables indiquant la marche de la tension dans la tige du *MEMOSA PUBICA*.

(Dressées d'après la méthode exposée à la page 19 et suiv.)

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Les plantes qui ont servi à ces expériences avaient été élevées dans des pots de jardin, percés d'un orifice à la partie inférieure. La veille au soir elles étaient placées dans des soucoupes pleines d'eau, et j'avais soin d'humecter un peu avant l'expérience le sable fin dans lequel le pot était fixé. De cette façon, les conditions d'humidité de la plante variaient extrêmement peu pendant toute la durée de l'expérience. Le pot une fois fixé dans le sable humide et la plante à 45° environ, j'attendais une demi-heure avant de faire la première observation.

L'aiguille était d'abord placée à peu près horizontalement, son bras le plus court étant chargé, si besoin se trouvait, d'un poids de quelques centigrammes, afin que le bras opposé pût se relever lorsque la tension diminuait.

La valeur absolue des nombres observés n'a aucune signification d'une expérience à l'autre : par exemple, au début de l'une, l'aiguille marque 78 et au commencement d'une autre 151 ; cela indique seulement que la graduation du cadran n'était pas la même dans les deux cas. Dans la première expérience, les nombres donnés indiquent des degrés et des dixièmes de degré ; dans les trois autres, des millimètres et des dixièmes de millimètres. Dans toutes, le cadran étant gradué de bas en haut, l'augmentation de la tension se traduit par une diminution de la grandeur des nombres observés, et réciproquement.

1^{re} Observation. — 21 et 22 septembre.

Plante vigoureuse de 35 centimètres de haut.

Notation en degrés et dixièmes de degré au moyen d'une aiguille en verre filé d'une longueur de 327 millimètres. Le bras le plus long était de 310 millimètres, le plus court, de 17 millimètres. A l'extrémité de ce dernier était attaché un poids de 50 centigrammes destiné à tendre le fil qui l'attachait à la plante et à faire contre-poids au bras le plus long de l'aiguille.

Le 21, temps clair. — La journée du 22 a été très-nuageuse, et les folioles des feuilles qui n'avaient pas été coupées se sont fermées une heure plus tôt que d'habitude.

La température a varié entre 18°,8 et 20°,2 C.

21 septembre,	3 h. 1/2 du soir	28°,4	— T. 20°,1. Temps très-clair le reste de la journée.
	4 h.	" 28°,7	
	4 h. 1/2	" 28°,7	
	5 h.	" 28°,8	
	5 h. 1/2	" 28°,75	
<i>Minimum,</i>	6 h.	" 28°,85	
	6 h. 1/2	" 28°,8	
	7 h.	" 28°,7	— T. 20°,1
	7 h. 1/2	" 28°,7	— Crépuscule.
	8 h.	" 28°,45	
	8 h. 1/2	" 28°,2	
	9 h.	" 28°,2	
	9 h. 1/2	" 28°,0	— T. 20°,2
	10 h.	" 27°,8	
	11 h.	" 27°,4	
	11 h. 1/2	" 27°,0	
	minuit	" 26°,8	— T. 20°,2
22 septembre,	minuit 1/2	" 26°,5	
	1 h. du matin	26°,2	
	1 h. 1/2	" 25°,0	
	2 h.	" 25°,5	
	2 h. 1/2	" 24°,5	
	3 h.	" 24°,7	
	3 h. 1/2	" 24°,5	
	4 h.	" 24°,1	
	4 h. 1/2	" 23°,7	— Aube du jour.
	5 h.	" 23°,4	
<i>Maximum,</i>	5 h. 1/2	" 23°,1	— T. 19°,5
	6 h. 1/4	" 22°,8	
	6 h. 3/4	" 22°,75	
	7 h. 3/4	" 22°,65	— T. 19°,0. Temps nuageux toute la journée.
	8 h. 1/4	" 22°,6	
	8 h. 3/4	" 22°,7	
	9 h. 1/4	" 22°,7	
	10 h. 1/2	" 22°,75	
<i>Minimum,</i>	11 h. 1/4	" 23°,0	
	midi	" 22°,95	— T. 19°,3
	1 h. 1/4 du soir	22°,8	
<i>Maximum(?)</i>	2 h.	" 22°,8	— T. 19°
	2 h. 1/2	" 22°,85	
	3 h.	" 22°,85	— Temps obscur.
	3 h. 1/2	" 22°,8	
	4 h.	" 22°,8	
<i>Minimum,</i>	5 h.	" 22°,8	
	5 h. 1/2	" 22°,5	
	6 h.	22°,3	— Crépuscule.
	6 h. 1/2	22°,2	
	8 h.	22°,0	— T. 18°,8.

2^e Observation. — 11, 12, 13 et 14 septembre.

Plante très-vigoureuse de plus de 30 centimètres de haut.

Notation en millimètres et dixièmes de millimètre.

Pendant tout le temps qu'a duré l'expérience, le temps a été beau.

La température a varié entre 19^o,7 et 24^o,8 C.

11 septembre,	5 h.	du soir	151	
	5 h. 1/2	"	153	
<i>Minimum</i> ,	6 h. 1/4	"	154	
	8 h. 1/2	"	146	— Il fait nuit.
	10 h. 1/2	"	141	
	11 h. 1/2	"	138	
12 septembre,	1 h. 1/2	du matin	134	— T. 23 ^o
	3 h.	"	130	
	5 h.	"	125	— Il fait jour. Position diurne des folioles sur les trois
<i>Maximum</i> ,	7 h.	"	124	feuilles qui restent à la plante.
	9 h. 1/2	"	124	— T. 23 ^o ,1
	10 h. 1/2	"	124	— T. 24 ^o
	midi		125	
<i>Minimum</i> ,	1 h. 1/2	du soir	126	— T. 24 ^o ,8
	2 h.	"	125	
	3 h.	"	124,5	
	5 h.	"	124	— T. 24 ^o ,7
	6 h.	"	123	
	6 h. 1/2	"	122	
	8 h. 1/2	"	121	— Il fait nuit.
.....				
13 septembre,	5 h.	du matin	117.	— T. 21 ^o . Il fait jour.
<i>Maximum</i> ,	6 h.	"	117	
	9 h.	"	118,5	
	10 h.	"	118,5	
	midi 1/2		120	— T. 21 ^o
<i>Minimum</i> ,	2 h. 1/2	du soir	120,5	
	3 h. 1/2	"	120,5	— T. 21 ^o ,6
<i>Maximum</i> (?)	5 h.	"	120	— T. 22 ^o
<i>Minimum</i> ,	6 h.	"	120,5	— T. 21 ^o ,8
	8 h.	"	119	— Il fait nuit.
	10 h. 1/2	"	118	— T. 20 ^o ,5
.....				
14 septembre,	2 h.	du matin	117	— T. 19 ^o ,7
<i>Maximum</i> ,	5 h.	"	117	— Il fait jour.
	8 h. 3/4	"	118	— T. 20 ^o

A la fin de l'expérience, c'est-à-dire après trois jours et demi de position à 45°, l'extrémité de la tige faisait un angle de 25° environ avec le reste de la plante.

3° *Observation.* — 18, 19 et 20 septembre.

Cette expérience a été faite simultanément avec la suivante.

Plante vigoureuse de 30 centimètres de hauteur environ.

Temps clair pendant toute la durée de l'expérience, excepté dans l'après-dînée du 19.

Température variant entre 18°,7 et 21°,8.

18 septembre,	3 h. 1/2 du soir	132,5	— T. 20°,1
	4 h. 1/2	» 132	
<i>Minimum,</i>	5 h. 3/4	» 131,5	— T. 19°,9
	7 h. 1/4	» 131	— La nuit tombe.
	8 h. 1/4	» 131	
	9 h. 1/2	» 130,5	— T. 19°,9
	10 h. 1/2	» 130	
	11 h. 1/2	» 130	
19 septembre,	minuit 1/2	129	— T. 19,5
	1 h. 1/2 du matin	128,5	
	2 h. 1/2	» 128,5	— T. 19°
	3 h. 1/2	» 128	
	4 h. 1/2	» 127,5	— Aube du jour.
<i>Maximum,</i>	5 h. 1/2	» 127	— T. 18°,7
	6 h. 1/2	» 127	
	9 h.	» 127	
	10 h.	» 127	— T. 21°
	11 h.	» 127,5	
	midi	128	— T. 20°,7
<i>Minimum,</i>	1 h. du soir	128,3	— T. 21°,8
	2 h.	» 128,1	— T. 23°
	2 h. 1/2	» 128	
<i>Maximum,</i>	3 h.	» 127,5	
	3 h. 1/2	» 128,3	— T. 21°,2. Temps couvert, orage.
	4 h.	» 128,5	
	4 h. 1/2	» 129	
	5 h.	» 129	— Temps sombre.
	5 h. 1/2	» 129,3	
	6 h.	» 129,2	— T. 20°,5
<i>Minimum,</i>	7 h.	» 130	— Presque nuit.
	8 h.	» 129,8	— T. 19°,9
	9 h.	» 129,5	
	9 h. 1/2	» 129,2	

20 septembre,	4 h. 1/2 du matin	128	— T. 18°,8. Aube du jour.
<i>Maximum,</i>	7 h.	» 128	
<i>Minimum,</i>	7 h. 1/2	» 128,5	

La plante ayant été dérangée par un accident, l'expérience est reprise à 24,2 heures

du soir. Les nombres qui indiquent la marche de l'aiguille n'ont aucun rapport avec les précédents.

	2 h. 1/2 du soir	134	
	3 h.	134	— T. 21°
	4 h.	134,2	
	4 h. 1/2	134,4	
	5 h.	134,4	— T. 20°,9
	5 h. 1/2	134,6	
<i>Minimum,</i>	6 h. 1/4	134,7	
	7 h. 1/2	134,5	— La nuit tombe.
	8 h.	134,5	— T. 20°,3
	8 h. 1/2	134,2	
	9 h. 1/2	134,1	

4^e Observation. — 18, 19, 20 et 21 septembre.

Faite simultanément avec la précédente.

Plante vigoureuse de 35 centimètres de hauteur environ.

Temps et température comme pour l'expérience précédente.

	18 septembre, 10 h. du matin	78	— T. 20°
<i>Minimum,</i>	midi 1/2	79	
	2 h. 1/4 du soir	78,5	
	3 h. 1/2	79	
	4 h. 1/2	78,6	— T. 20°
<i>Minimum,</i>	5 h. 3/4	78,5	
	7 h. 1/4	77,5	— La nuit tombe.
	8 h. 1/4	77	
	9 h. 1/2	75	— T. 19°,9
	10 h. 1/2	75	
	11 h. 1/2	74,5	
19 septembre,	minuit 1/2	74	
	1 h. 1/2 du matin	73,5	
	2 h. 1/2	72,5	— T. 19°
	3 h. 1/2	71,5	
	4 h. 1/2	70	— T. 18°,8. Aube du jour.
	5 h. 1/2	68,5	
<i>Maximum(?)</i>	6 h. 1/2	67,5	— T. 19°
	9 h.	66,5	
	10 h.	66,5	— T. 21°
	11 h.	66,5	
	midi	66,8	
<i>Minimum,</i>	1 h. du soir	68,3	
	2 h.	67,5	— T. 23°
	2 h. 1/2	67,3	
<i>Maximum,</i>	3 h.	66	— Temps couvert. Orage.
	3 h. 1/2	66,3	— T. 21°,2
	4 h.	66,5	
	4 h. 1/2	66,3	
	5 h.	66,5	— T. 21°. Temps sombre.

	<i>Minimum</i> ,	5 h. 1/2 du soir	67	
		6 h.	» 66,5	
		7 h.	» 65,2	— Presque nuit.
		8 h.	» 65,3	— T. 19 ^o ,9
		9 h.	» 64	
		9 h. 1/2	» 63,7	
.....				
20 septembre,		4 h. 1/2 du matin	60	— T. 18 ^o ,8. Aube du jour.
		7 h.	» 60	
		7 h. 1/2	» 59,5	
		8 h.	» 59,5	
	<i>Maximum</i> ,	9 h.	» 59	
		9 h. 1/2	» 59,2	
		10 h.	» 59,2	
		10 h. 1/2	» 59,8	
		11 h. 1/2	» 60	— T. 20 ^o ,4
		midi 1/2	» 61	
		1 h. du soir	61,1	
		1 h. 1/2	» 61,4	
	<i>Minimum</i> ,	2 h.	» 61,5	— T. 21 ^o
		2 h. 1/2	» 61,2	
		3 h.	» 61,5	— T. 21
		4 h.	» 61,5	
		4 h. 1/2	» 62	
		5 h.	» 62	— T. 20 ^o ,9
		5 h. 1/2	» 62	
	<i>Minimum</i> ,	6 h. 1/4	» 61,9	— T. 20 ^o ,8
		7 h. 1/2	» 61,5	— La nuit tombe.
		8 h.	» 61,2	— T. 20 ^o ,3
		8 h. 1/2	» 61	
		9 h. 1/2	» 60,5	
.....				
21 septembre,		8 h. du matin	58	

**II. Tables indiquant la marche de la tension dans l'écorce des arbres
croissant en plein air.**

Communiquées par M. le docteur G. Kraus, professeur de botanique à l'Université d'Erlangen (Traduction).

Dans mon travail sur la tension des tissus dans les tiges (*Bot. Zeit.*, 1867, p. 105), j'ai montré que l'écorce de la tige et des branches dans nos arbres est soumise à une tension très-forte dans le sens tangentiel. En outre, j'ai établi ce fait que, pendant la journée, la tension de l'écorce n'est pas constante et d'une intensité égale, qu'elle diminue depuis le matin jusque vers midi ou les premières heures de l'après-dinée et, à partir de ce moment, augmente jusqu'au soir, où elle arrive à la grandeur qu'elle présentait dans les premières heures de la matinée. Ce phénomène détermine une période diurne de la tension avec un minimum placé au milieu de la journée.

Quant à l'état de la tension pendant la nuit, je n'en parlai point dans ce Mémoire et laissai, sans la résoudre, la question de savoir si pendant ce temps la tension reste stationnaire, ou bien si elle est soumise à des variations. Mes observations sur la marche de la tension dans les branches qui, pendant la journée, sont placées dans l'obscurité, rendaient le dernier cas plus probable. Dans ces expériences, en effet, on voit la tension atteindre aussitôt la grandeur qu'elle offre à la nuit et exécuter des oscillations en plus ou en moins, de deux heures de durée environ.

Les expériences qui suivent établissent la marche nocturne de la tension dans les arbres vivant en plein air. Elles ont été faites sur un Pommier de 40 ans environ, un Marronnier d'Inde de 18, un Mûrier de 15 et un Noyer de 25 ans.

La méthode que j'ai employée est celle qui m'a déjà servi pour le Mémoire cité plus haut. Au moyen de deux coupes horizontales, je taille un lambeau d'écorce, qu'une troisième coupe verticale ouvre sur un de ses côtés. Je le sépare ensuite du bois avec le plus grand soin dans tout son pourtour, de sorte que sa surface interne soit bien unie. Cela fait, je le replace dans sa position normale, j'en rapproche les deux extrémités autant que possible et j'en mesure l'écartement. Le nombre ainsi obtenu exprime la grandeur de la tension.

1. *Morus nigra*. — 2-3 septembre.

Tronc. — 1,5 centimètres au-dessus de terre. A cette hauteur, la circonférence mesure 147 millimètres.

5 h. matin	1 h. soir	6 h. soir	8 h. soir	9 h. 1/2 soir	11 h. soir	minuit 1/2	1 h. matin
2,5	1,8	2,8	2,8	3,0	3,0	2,5	3,0

2. *Æsculus Hippocastanum*. — 2-3 septembre.

Tronc. — 3 centimètres au-dessus de terre. — Circonférence à cette hauteur : 290 millimètres.

7 h. soir	9 h. soir	10 h. soir	11 h. 1/2 soir	minuit 1/2	4 h. 1/2 matin	9 h. 3/4 matin
4,0	6,0	5,0	6,0	5,0	5,0	4,5

3. *Le même arbre*. — 3-4 septembre.

1 centimètre au-dessus du point précédent.

midi	7 h. 1/2 soir	9 h. 1/2 soir	11 h. soir	minuit 1/2	1 h. 1/2 matin	6 h. matin	
4,5	5,0	6,0	5,3	5,0	6,0	5,8	
10 h. matin	midi	8 h. soir	9 h. soir	2 h. matin	3 h. matin	4 h. matin	5 h. matin*)
4,0	4,0	5,5	5,0	4,5	5,0	4,0	6,0
10 h. matin	1 h. 1/2 soir						
4,0	3,8						

4. *Le même*. — 12-13 septembre.

A 15 centimètres de terre.

6 h. 3/4 soir	9 h. s.	4 h. matin	4 h. 3/4 m. *)	5 h. 1/4 m. **)	6 h. m.	7 h. m.	6 h. soir
3,5	3,3	4,8	3,8	3,5	3,0	2,8	3,5

5. *Pirus Malus*. — 12-13 septembre.

Tronc. — 1^m,5 au-dessus du sol. — Circonférence à cette hauteur : 90 centimètres.

1 h. soir	7 h. s.	9 h. s.	4 h. matin	5 h. m. *)	5 h. 1/2 m. **)	6 h. m	7 h. m.	midi
14,0	14,4	15,0	16,3	17,0	15,5	15,0	15,0	13,5
6 h. soir **)	9 h. s.	11 h. s.	minuit	1 h. 1/2 matin	3 h. 1/2 m.	4 h. m.	5 h. m. *)	7 h. 1/2 m.
14,0	15,0	15,0	16,5	14,0	15,5	15,5	16,5	13,0

6. *Le même arbre*.

Deux branches séparées de l'arbre par la scie. La première mesure 195 millimètres de circonférence, la seconde 205 millimètres.

6 h. 1/2 soir	9 h. soir	11 h. soir	minuit	1 h. matin	4 h. matin	midi
5,3	6,0	5,0	6,0	6,0	5,0	4,5
5,8	6,0	5,3	5,0	6,0	5,8	4,5

*) Aube du jour.

**) Grand jour.

7. *Le même.*

Branches sciées au commencement de l'expérience, environ deux fois aussi fortes que les précédentes.

7 h. 1/2 soir	9 h. 1/2 soir	3 h. matin	4 h. matin	5 h. matin*)	6 h. matin**)
11,0	9,3	9,8	10,3	10,5	8,8
8,8	9,0	7,5	8,0	8,0	5,0
6,8	6,2	5,0	5,5	5,5	5,0

8. *Le même.*

Tronc. — Mesures faites en deux points : quelques centimètres au-dessus du sol et un mètre au-dessus. — Circonférence à cette dernière hauteur : 104 centimètres.

6 h. soir	9 h. s.	6 h. matin	8 h. m.	10 h. 1/2 m.	midi	3 h. s.	5 h. s.	6 h. s.***)
12,5	14,0	12,5	12,0	10,0	10,5	12,0	12,0	13,0
16,5	17,0	15,2	14,6	14,0	12,5	12,8	12,8	13,0

8 h. s.	9 h. s.	11 h. s.	minuit 1/2	2 h. matin	3 h. m.	4 h. m.	5 h. m.*)	5 h. 3/4 m.**)	6 h. 3/4
12,0	13,0	12,5	13,0	12,5	11,5	11,8	12,5	13,8	11,5
13,0	14,5	13,0	13,2	12,5	13,3	12,8	12,0	14,5	11,5

9. *Juglans regia.* — 24 septembre.

Premières mesures faites en un point élevé de 90 centimètres au-dessus du sol, et où la circonférence mesure 65 centimètres. — Secondes mesures à 153 centimètres du sol; la circonférence mesure 58 centimètres.

3 h. soir	4 h. s.	5 h. s.	6 h. s.**)	7 h. s.***)	8 h. s.	9 h. s.	10 h. s.	minuit
15,5	15,5	16,0	17,0	17,3	17,5	16,3	16,3	16,3
13,5	12,5	14,3	16,0	16,5	16,5	15,5	15,8	16,0

2 h. matin	3 h. m.	4 h. m.***)	5 h. m.*)	6 h. m.**)	7 h. m.	8 h. m.	9 h. 1/2 m.
15,5	16,3	17,0	18,0	16,0	16,0	15,0	14,5
14,0	15,5	15,5	17,0	15,0	14,5	14,5	13,0

11 h. matin	midi 1/2	1 h. soir	5 h. s.	6 h. s.	7 h. s.	8 h. s.
14,5	13,5	14,5	14,5	17,0	15,0	15,0
12,5	12,0	12,8	13,0	15,5	14,5	—

De ces nombres découlent les résultats suivants :

1° Pendant la nuit, la tension offre une grandeur bien supérieure à celle de l'état diurne, et présente également des oscillations continuelles.

2° Au milieu de ces oscillations on peut reconnaître avec certitude un grand maximum coïncidant avec l'aube du jour (obs: 3, 4, 5, 7, 8, 9) et un petit à l'entrée de la nuit.

3° Dans l'intervalle se montrent des oscillations; elles sont tantôt régulières (obs. 2, 3 etc.), tantôt irrégulières.

*) Aube du jour.

**) Grand jour.

***) Tombée de la nuit.

****) Nuit.

**III. Marche de la tension dans les feuilles du MIMOSA PUDICA sous
l'influence des conditions biologiques normales.**

A.

OSCILLATIONS DE PREMIER ORDRE.

Dans le but de déterminer ces variations de premier ordre, j'ai entrepris une série d'observations répétées autant que possible toutes les deux heures sans interruption, pendant les 29, 30, 31 juillet et 1^{er} août 1868. Elles ont porté simultanément sur cinq *Sensitives* en pot, bien vigoureuses, d'une hauteur variant entre 15 et 30 centimètres. Je voulais, par cette observation simultanée de plusieurs individus, déterminer ce que le phénomène avait de général et ce qui pouvait être regardé comme accidentel, les circonstances extérieures restant les mêmes. Je n'ai point fait l'expérience inverse, qui eût été également fort instructive. Les résultats que j'ai obtenus varient très-peu d'une plante à l'autre. On s'en assurera en comparant les observations que j'ai traduites graphiquement dans la pl. I, ainsi que la table de la p. 63. Bien que j'aie dressé également des tables semblables pour les autres plantes mises en expérience, j'ai jugé inutile de les publier, à cause de leur concordance avec celles que le lecteur a sous les yeux.

L'angle d'élevation des feuilles a été mesuré par la méthode décrite p. 26.

Les plantes étaient placées sur une table tout contre une fenêtre donnant à l'est, où elles recevaient les rayons du soleil de 5 1/2 heures à 9 1/2 heures du matin.

A 3 1/2 heures, le jour commençait à poindre, et la nuit tombait vers 8 heures.

Pour obtenir une humidité sensiblement constante de la terre du pot, chaque plante était placée dans une soucoupe où j'avais soin qu'il y eût toujours un peu d'eau.

Les fenêtres étaient ouvertes ou fermées de façon à entretenir autant que possible une température égale et favorable au développement des plantes.

Les changements de température étaient déterminés au moyen d'un thermomètre centigrade suspendu à côté des plantes, à l'abri des rayons solaires. Pendant tout le temps qu'a duré l'expérience, la température de l'air ambiant a varié entre 21°,5 et 25° seulement.

Voici le bulletin général des observations :

- 29 juillet. — Le ciel a été couvert toute la journée et le soleil n'a pas paru. Avant la première expérience, la température a varié entre 24° et 21°,5.
- 6 h. 1/2 du soir T. 21°,5 Plantes assez peu sensibles.
- 8 h. 1/2 » T. 21°,5 Position nocturne dans toutes les folioles. Après les observations je ferme la fenêtre.
- 11 h. 1/2 » T. 23° Feuilles facilement excitables.
- 30 juillet. — 1 h. 3/4 du matin T. 23°
- 3 h. 3/4 » T. 22°,4 Aube du jour.
- 6 h. 1/2 » T. 22°,4 Soleil pâle, temps nuageux. Après l'observation j'ouvre la fenêtre.
- 9 h. 1/4 » T. 23° Très-peu de soleil.
- 11 h. 1/2 » T. 23° Temps très-nuageux. La fenêtre est fermée à cause du vent.
- 2 h. du soir T. 23° Même temps.
- 4 h. 1/2 » T. 23° Idem.
- 7 h. » T. 22°,5 Idem. Position de sommeil dans toutes les folioles. Excitabilité très-grande. Grand jour.
- 9 h. » T. 22°,4
- 11 h. 1/3 » T. 22°,4
- 31 juillet. — 1 h. 1/2 du matin T. 22° Excitabilité assez faible.
- 3 h. 3/4 » T. 21°,7 Aube du jour.
- 5 h. 3/4 » T. 23°,3 Position diurne dans toutes les folioles. Ciel pur; le soleil donne sur les plantes.
- 8 h. » T. 25° La fenêtre est toujours fermée. Soleil ardent, ciel pur.
- 10 h. » T. 25° Idem.
- 1 h. du soir T. 25° Idem.
- 3 h. » T. 24°,8 Fenêtre ouverte.
- 5 h. » T. 24°,5 Quelques folioles commencent à se replier dans les feuilles supérieures. A la suite d'une excitation, un grand nombre ne s'ouvrent plus.
- 7 h. » T. 24° Position nocturne des folioles dans toutes les feuilles. Excitabilité assez grande.
- 9 h. » T. 24° L'excitabilité paraît augmentée.
- 11 h. 1/2 » T. 23°,7
- 1^{er} août. — 2 h. 1/2 du matin T. 23° Excitabilité assez grande.
- 4 h. 1/2 » T. 23° Grand jour. Dans toutes les plantes, les folioles des feuilles inférieures seulement sont en position diurne (180°).
- 5 h. 1/2 » Dans toutes les feuilles, position diurne des folioles. Un soleil pâle commence à donner sur les plantes.
- 8 h. » T. 24° Fenêtres fermées. Le soleil devient plus ardent. Temps clair.
- 10 h. » T. 24° Excitabilité très-faible. Temps très-clair.
- midi 1/2 T. 23°,2
- 3 h. du soir T. 23°,3 Excitabilité assez grande.

La plante n° 1 (pl. I) était haute de 145 millimètres. La feuille supérieure (F. 1) présentait une longueur de 55 millimètres; ses folioles étaient presque entièrement déployées. Les observations ont porté sur les cinq feuilles, qui étaient très-vigoureuses.

La plante n° 2 (pl. I) présentait une hauteur de 26 centimètres. De ses six feuilles, la supérieure (F. 1), longue de 35 millimètres, n'avait pas encore ses folioles étalées; la cinquième était un peu souffrante.

Plante n° 3. Hauteur 16 centimètres. Six feuilles, la supérieure longue de 3 centimètres, à folioles non encore déployées.

NB. Le premier nombre à gauche de chaque colonne exprime l'angle d'élévation de la feuille avant l'excitation; le second, le même angle après l'excitation; le troisième, la différence de ces deux nombres, c'est-à-dire l'angle de chute de la feuille.

	FEUILLE 1.	FEUILLE 2.	FEUILLE 3.	FEUILLE 4.	FEUILLE 5.	FEUILLE 6.
29 juillet, 6 h. 1/2 du soir	135	135	120	130	98	98
8 h. 1/2 "	125 125 0	110 50 60	102 55 47	105 70 35	80 50 30	70 45 25
11 h. 1/2 "	125 120 5	130 55 75	118 60 58	110 70 40	90 65 35	90 60 30
30 juillet, 1 h. 3/4 du mat.	115 110 5	130 90 40	145 77 68	140 85 55	135 80 55	120 70 50
3 h. 3/4 "	120 115 5	135 70 65	140 80 60	145 85 60	130 80 50	120 60 90
6 h. 1/2 "	135 100 35	135 110 25	140 95 45	145 90 55	125 88 37	115 70 45
9 h. 1/4 "	135 130 5	115 65 50	135 80 55	120 85 35	108 75 33	100 78 22
11 h. 1/2 "	135 138-3*	112 70 42	120 80 40	115 85 30	82 65 17	90 62 28
2 h. du soir	145 120 25	105 80 25	108 80 28	108 100 8	82 82 0	80 65 15
4 h. 1/2 "	135 132 3	102 55 47	118 68 50	115 72 43	100 60 40	85 55 30
7 h. "	110 110 0	85 45 40	95 50 45	95 60 35	82 50 32	75 40 53
9 h. "	105 95 10	100 45 55	100 60 40	110 75 35	95 65 30	85 55 30
11 h. 20 "	110 115-5†	115 55 60	125 115 10	130 84 46	120 80 40	110 70 40
31 juillet, 1 h. 1/2 du mat.	120 100 20	135 65 70	140 68 72	145 85 60	135 80 55	125 70 55
3 h. 3/4 "	130 105 25	148 65 83	152 72 80	150 80 70	135 80 55	132 72 60
5 h. 3/4 "	150 130 20	105 60 45	115 70 45	130 88 42	90 70 20	100 65 35
8 h. "	145 130 15	100 90 10	115 86 29	116 95 21	80 72 18	95 85 10
10 h. "	145 135 10	105 88 17	120 82 38	125 110 15	85 66 19	100 96 10
1 h. du soir	130 130 0	104 60 44	104 60 44	123 85 38	90 70 20	86 60 26
3 h. "	140 105 35	115 55 60	115 58 57	130 80 50	90 60 30	90 60 30
5 h. "	122 80 42	95 45 50	105 50 55	110 60 50	85 55 30	88 55 33
7 h. "	162 75 27	90 40 50	90 47 43	105 65 40	82 57 25	82 45 47
9 h. "	105 73 32	100 48 52	105 55 50	112 75 37	104 70 34	100 60 46
11 h. 1/2 "	113 74 39	115 53 62	120 58 62	125 76 49	115 75 40	115 65 50
1er août, 2 h. 1/2 du mat.	130 85 45	125 58 67	140 60 80	142 85 57	125 75 50	122 70 52
4 h. 1/2 "	135 89 46	137 68 69	150 70 80	147 80 67	130 70 60	134 70 64
5 h. 1/2 "	135	140	143	145	118	120
8 h. "	125 110 15	92 60 32	100 68 32	120 102 18	100 66 34	95 95 0
10 h. "	128 110 18	110 96 14	108 84 14	135 105 20	90 85 5	95 90 5
midi 1/2 "	128 85 43	100 55 45	110 63 47	123 78 45	88 60 28	90 60 30
3 h. du soir	132 82 50	102 48 54	110 58 52	110 68 42	89 55 34	90 58 32

* Il m'a semblé que ce relèvement anormal était dû à une flexion de l'extrémité de la tige produite par l'abaissement de la seconde feuille.

† Même remarque que précédemment. Le pétiole s'est de plus légèrement courbé en haut.

B.

OSCILLATIONS DE SECOND ET DE TROISIÈME ORDRE.

J'ai eu recours, pour la constatation des variations de deuxième et de troisième ordre, à des observations répétées à de courts intervalles pendant un temps plus ou moins long.

La pl. II donne la suite d'observations faites, sur une seule plante, tous les quarts d'heure, de 4 heures du matin à 9 heures du soir (15 septembre).

L'observation consignée dans la pl. III représente la marche de la tension dans les feuilles d'une autre plante observée également tous les quarts d'heure, de 7 1/2 heures du soir à 6 1/4 heures du matin (nuit du 18 au 19 septembre). Ces deux observations peuvent être considérées comme se faisant suite et représentent la marche de la tension pendant une période diurne complète.

Enfin les pl. V et VI représentent les oscillations les plus courtes de la tension dans deux feuilles seulement, au moyen d'observations répétées toutes les cinq minutes par le procédé indiqué p. 26. L'une des observations (pl. V) dura de 4 heures 20 m. du matin à 9 heures du soir (15 septembre). L'autre (pl. VI) de 7 1/2 heures du soir à 6 1/4 heures du matin (nuit du 18 au 19 septembre). Ces deux observations représentent donc ensemble la marche de la tension pendant une période diurne complète¹.

Les diverses plantes qui ont servi à ces observations étaient placées dans les mêmes conditions que j'ai énumérées précédemment à propos des oscillations principales de la tension dans les feuilles (p. 61). Il est inutile d'insister davantage sur ces détails.

Suit le bulletin de chaque observation en particulier.

1^{re} Observation. Pl. II.

(15 septembre. — De 4 heures du matin à 9 heures du soir.)

Plante vigoureuse. Six feuilles bien vertes, la supérieure à folioles déployées. Temps très-beau. La plante ne reçoit toute la journée que de la lumière diffuse. Température comprise entre 19°₆ et 22° C.

4 h. 20 du matin. T. 21°₇. Position de sommeil dans les folioles de presque toutes les feuilles.

4 h. 35 " — Aube du jour.

5 h. " — La feuille inférieure seule a ses folioles en position diurne complète; dans la cinquième, elles sont à 160°; dans la quatrième, à 140°; dans la troisième, à 45°; dans les deux premières, au contact.

¹ Il ne s'agit ici que des deux lignes inférieures des pl. V et VI, les deux supérieures appartenant à une plante placée dans l'obscurité.

5 h. 1/2 du matin.	—	L'ouverture des folioles est augmentée. Dans les deux dernières feuilles, elles sont à 180°; dans la quatrième, à 160°; dans la troisième, à 130°; dans la deuxième, à 60°; dans la première, au contact.
6 h.	» T. 22°.	Les folioles sont étalées dans toutes les feuilles, excepté la première, où elles sont à 45°.
6 h. 1/2	» —	Folioles complètement étalées dans toutes les feuilles.
8 h.	» T. 20°,7.	
8 h. 1/2	» T. 20°,4.	
9 h. 1/2	» T. 20°,5.	
10 h. 1/2	» T. 19°,6.	
Midi 1/2	» T. 19°,8.	
2 h. 1/4 du soir.	T. 20°.	
3 h. 1/4	» T. 20°,4.	
4 h.	» T. 20°.	Position de sommeil commençante pour les folioles des trois feuilles supérieures: dans la première, à 150°; dans la seconde, à 160°; dans la troisième, à 170°; dans les trois dernières, à 180°.
5 h.	» T. 20°.	
5 h. 1/2	» —	Folioles de la première feuille à 90°; dans la seconde, à 105°; dans la troisième, à 120°; dans la quatrième, à 150°; dans la cinquième, à 160°; dans la sixième, à 170°. Les pétioles secondaires de la première feuille se rapprochent, les deux extrêmes ne font plus qu'un angle de 90°.
6 h. 1/4	» T. 20,2.	Folioles de la première feuille au contact; de la deuxième, à 5°; de la troisième, à 20°; de la quatrième, à 45°; de la cinquième, à 90°; de la sixième, à 130°. Les pétioles secondaires se sont légèrement repliés dans toutes les feuilles.
6 h. 3/4	» —	Crépuscule. — Folioles au contact dans toutes les feuilles, excepté la cinquième, où elles sont à 15°, et la sixième, à 80°.
7 h.	» —	Nuit complète.
7 h.	» T. 20,2.	Même position des folioles. Pétioles secondaires extrêmes de la première feuille faisant un angle de 15°; de la deuxième, 20°; de la troisième, 20°; de la quatrième, 50° etc.
9 h.	» —	Position diurne complète. Folioles partout appliquées, excepté dans la sixième feuille, où elles sont à 20°. Pétioles secondaires extrêmes dans les trois premières feuilles, faisant un angle de 15 à 20°; dans la quatrième, de 45°; dans la cinquième, de 60°; dans la sixième, de 130°.

2^e Observation. Pl. III.

(Nuit du 18 au 19 septembre. — De 7 1/2 heures du soir à 6 1/2 heures du matin.)

Cette plante avait passé la journée sur la table près de la fenêtre. La température, à 10 heures du matin, était de 20°, à 2 heures du soir de 20°,4. Le ciel avait été un peu couvert dans la matinée jusqu'à 10 heures; à partir de ce moment le temps fut très-beau.

Ce qui frappe dans cette observation, ainsi que dans la quatrième faite le même jour, c'est le retard considérable du minimum du soir. Je l'attribue à la diminution de la quantité de lumière qu'ont reçue les plantes par suite de l'état du ciel avant midi. En effet, quatre plantes qui se trouvaient avec celle-ci sur la table, dans la chambre (très-près de la fenêtre), présentèrent le même retard, tandis que chez deux

autres plantes placées en dehors sur la fenêtre, il n'était pas appréciable. Il faut rapprocher ce fait d'un semblable consigné à la pl. I, 1 et 2. On voit que le premier jour de l'expérience le minimum du soir subit un retard de plusieurs heures. Or j'ai déjà fait observer que toute la journée le ciel avait été couvert (p. 62); la température avait été normale.

Pendant la durée de cette observation, la température a varié entre 18°,5 et 19°,9 C. Les cinq feuilles supérieures de la plante sont vigoureuses et bien développées.

18 septembre, 7 h. 1/2 du soir.	T. 19°,8.	Nuit complète. Les folioles des cinq feuilles supérieures sont au contact.
9 h. 1/2 "	T. 19°,9.	
11 h. 1/2 "	T. 19°,6.	
19 septembre, minuit 1/2	T. 19°,5.	
2 h. du matin.	T. 19°.	Les pétioles secondaires commencent à s'écarter de la cinquième feuille vers la première.
2 h. 3/4 "	—	La seconde feuille s'abaisse d'elle-même subitement, sous mes yeux, et sans la moindre excitation.
3 h. "	—	Même chose pour la cinquième.
3 h. 1/2 "	T. 19°.	
4 h. "	—	Folioles au contact dans les trois premières feuilles; à 35° dans la quatrième; à 45° dans la cinquième. Pétioles secondaires en position diurne dans la cinquième feuille; les deux extrêmes, à 130° dans la quatrième; 170° dans la troisième; 50° puis 30° dans la deuxième et la première feuille.
4 h. 1/2 "	T. 18°,8.	Premières lueurs du jour.
5 h. "	—	Les folioles des deux feuilles supérieures seules appliquées; dans la troisième à 50°; la quatrième à 60°; la cinquième, id. Pétioles secondaires extrêmes de la première feuille à 55°; de la deuxième à 120°; des suivantes, à peu près en position diurne.
6 h. "	T. 18°,5.	La feuille supérieure seule a encore ses folioles appliquées, et ses pétioles secondaires extrêmes à 120°.
6 h. 3/4 "	—	Position diurne complète dans toute la plante, tant pour les folioles que pour les pétioles secondaires.

3° Observation. Pl. V, F. 3 et F. 4.

(15 septembre. — De 4 heures du matin à 9 heures du soir.)

Mêmes remarques que pour la première observation qui a été faite le même jour, si ce n'est que la plante a été exposée aux rayons solaires directs de 6 heures 35 m. à 7 heures 10 m. du matin.

L'observation n'a porté que sur la troisième et la quatrième feuille d'une Sensitive, vigoureuse du reste. Les variations de hauteur du pétiole ont été déterminées par le procédé mentionné p. 26, et représentées à une échelle quadruple dans la pl. V et la suivante, afin de rendre les changements plus apparents.

4^e Observation. Pl. VI, F. 3 et F. 4.

(Nuit du 18 au 19 septembre. — De 7 heures 30 m. du soir à 6 heures 15 m. du matin.)

Mêmes remarques que pour la deuxième observation faite le même jour.
Même plante que pour l'observation précédente.

**IV. Marche de la tension dans les feuilles du MIMOSA PUDICA sous
l'influence de l'obscurité prolongée.**

Cette marche a été déterminée au moyen d'observations faites tous les quarts d'heure dans une première série d'expériences, et de dix en dix minutes dans une seconde. Les plantes étaient, les unes, dans une armoire fermant bien et placée dans une chambre très-obscurité ne recevant de la lumière que par une étroite ouverture donnant sur un escalier; les autres, dans la même chambre, sous des cloches de 90 centimètres de haut recouvertes d'un voile noir double. L'obscurité dans laquelle elles se trouvaient était donc aussi complète que possible. Comme j'étais obligé, à chaque observation, de me servir d'une bougie, il me parut convenable de ne point trop les multiplier afin que la lumière ne vint pas altérer la marche du phénomène. Une humidité constante était entretenue au moyen de soucoupes contenant toujours un peu d'eau.

Dans la première observation, j'ai suivi de quart d'heure en quart d'heure les mouvements des feuilles chez une plante laissée à l'obscurité depuis la fin de la nuit jusqu'à 9 heures du soir (15 septembre). La deuxième observation peut être considérée comme faisant suite à celle-ci. Elle commença à 7 1/2 heures du soir pour se terminer à 6 1/4 heures du matin (nuit du 18 au 19 septembre). J'avais eu soin de laisser à l'obscurité complète, pendant toute la journée du 18, la plante qui servit à cette expérience. Au moment où je commençai les observations, elle se trouvait donc sensiblement dans le même état que celle qui avait servi à l'expérience précédente. Les tableaux de ces deux observations sont réunis dans la pl. IV.

Pour contrôler les résultats ainsi obtenus, j'instituai une deuxième série d'observations simultanées sur la 2^e et la 3^e feuille d'une plante placée dans des conditions identiques. Mais tandis que dans les deux observations dont il vient d'être question, les mouvements étaient appréciés au moyen d'un rapporteur, et de quart d'heure en quart d'heure, j'eus recours dans celles-ci au second procédé et à des observations répétées toutes les dix minutes.

Comme les deux observations précédentes, celles-ci se font suite. Elles sont consignées dans les pl. V et VI. Je ferai observer qu'il ne s'agit ici que des deux lignes supérieures (F. 2 et F. 3); les deux inférieures représentent, ainsi que je l'ai déjà dit, la marche de la tension dans les feuilles 3 et 4 d'une plante placée pendant le même temps à la lumière, c'est-à-dire dans ses conditions normales.

J'ajoute quelques remarques relatives à chaque observation en particulier.

1^{re} Observation. Pl. IV, tableau de gauche.

(15 septembre. — De 4 1/2 heures du matin à 9 heures du soir.)

Il y a eu pendant les premières heures de l'observation plusieurs accidents qui interrompirent à différentes reprises la marche de l'expérience. A 7 heures, je changeai la plante de place, et l'observation suivit dès lors un cours régulier. Afin de mieux apprécier l'influence de l'obscurité sur la marche de la tension, il est nécessaire de comparer cette observation à celle que j'ai faite à pareil jour sur une plante laissée à la lumière, p. 64 et pl. II.

Pendant la durée de cette expérience, la température a varié entre 19°,5 et 20°,4 C.

Plante vigoureuse. Les quatre feuilles supérieures seules ont été observées. Toutes étaient bien développées.

5 h.	du matin.	—	Les feuilles 1 et 2 ont leurs folioles au contact. Dans les feuilles 3 et 4 les folioles font un angle de 140°.
6 h. 1/4	»	T. 19°,8.	La feuille 1 a seule ses folioles encore au contact.
7 h. 3/4	»	—	Feuille 1, folioles à 40°; feuille 2, à 80°; feuille 3, à 100°; feuille 4, à 160°.
8 h. 1/2	»	T. 19°,8.	Feuille 1, folioles à 40°; feuille 2, à 45°; feuille 3, à 80°; feuille 4, à 140°.
9 h. 1/4	»	—	Position des folioles comme plus haut.
11 h. 1/4	»	T. 19°,5.	Folioles sensiblement dans la même position.
Midi.		T. 19°,9.	Idem.
Midi 1/2.		—	Feuille 1, folioles à 40°; feuille 2, à 55°; feuille 3, à 90°; feuille 4, à 140°.
1 h. 3/4	du soir.	T. 20°.	Même position des folioles.
3 h.	»	T. 20°,2.	Feuille 1, folioles à 5°; feuille 2, à 35°; feuille 3, à 90°; feuille 4, à 140°.
4 h.	»	T. 20°,4.	Même position des folioles.
5 h. 1/4	»	—	Feuille 1, folioles à 0°; feuille 2, à 15°; feuille 3 et 4 comme précédemment.
5 h. 3/4	»	—	Feuille 1, folioles à 0°; feuille 2, à 10°; feuille 3, à 80°; feuille 4, à 90°. — Feuille 1, pétioles secondaires extrêmes à 140°; dans la feuille 2, id.; dans les feuilles 3 et 4, à 180°.
7 h.	»	—	Même disposition des folioles et des pétioles secondaires.
8 h.	»	T. 19°,9.	Mêmes remarques, si ce n'est que dans la feuille 3 les folioles sont à 35°.
9 h.	»	T. 19°,8.	Même disposition des folioles et des pétioles secondaires.

2^e Observation. Pl. IV, tableau de droite.

(Nuit du 18 au 19 septembre. — De 7 1/2 heures du soir à 6 heures du matin.)

La plante qui servit à cette expérience avait été placée, le 17 au soir, dans une armoire complètement obscure, et y avait passé la journée du 18. Sa première feuille,

longue de 0^m,05, n'exécutait qu'incomplètement les mouvements de veille et de sommeil.

Comparez à la 2^e observation p. 65 et à la pl. III.

Pendant tout le temps consacré à cette observation, la température ambiante a varié entre 18°,5 et 19°,9 C. seulement.

7 h. 1/2 du soir.	T. 19°,8.	Feuille 1, folioles aux contact; feuilles 2, à 50°; feuille 3, à 100°; feuille 4, à 140°; feuille 5, à 150°; feuille 6, à 160°. — Pétioles secondaires extrêmes: feuille 1, à 40°; feuille 2, à 140°; feuille 3, étalés au delà de 180°; dans les trois dernières feuilles, à 170° environ.
9 h. "	—	Mêmes remarques, si ce n'est que les feuilles 2, 3 et 4 ont un peu rapproché leurs folioles.
9 h. 1/2 "	T. 19°,9.	Rien n'a changé.
10 h. 1/2 "	—	Mêmes positions des mêmes organes.
11 h. 1/2 "	T. 19°,6.	Mêmes positions des pétioles secondaires. Feuille 1, folioles au contact; feuille 2; à 5°; feuille 3, à 40°; feuille 4, à 90°; feuilles 5 et 6, à 120°.
Minuit 1/2.	T. 19°,5.	Même chose.
2 h. du matin.	T. 19°.	Feuille 1, pétioles secondaires extrêmes, à 35°. Dans les cinq dernières feuilles ils sont plus rapprochés que dans l'observation de 7 h. 1/2, de 10° environ. — Les feuilles 1, 2 et 3 ont leurs folioles au contact; feuille 4, à 15°; feuille 5, à 80°; feuilles 6, à 90°.
3 h. "	—	Mêmes positions des pétioles secondaires. Folioles des quatre premières feuilles au contact; feuille 5, à 25°; feuille 6, à 50°.
3 h. 1/2 "	T. 19°.	Les deux dernières feuilles ont encore rapproché leurs folioles. Pour tout le reste, même disposition.
4 h. 1/2 "	T. 18°,8.	Folioles au contact dans toutes les feuilles. Pétioles secondaires extrêmes: à 20° dans la feuille 1; à 55° dans la feuille 2; à 80° dans la feuille 3; à 100° dans les feuilles 4, 5 et 6.
6 h. "	T. 18°,5.	Rien de changé.
2 h. du soir.	—	Pétioles secondaires extrêmes de la feuille 1, à 40°; dans les feuilles 2 et 3, à 160°; dans les trois dernières, à 180° environ. — Feuille 1, folioles au contact; feuille 2, à 5°; feuille 3, à 40°; feuille 4, à 50°; feuille 5, à 150°; feuille 6, à 170°.

La plante commençait donc à entrer dans une période de veille au moment où l'observation a été abandonnée.

3^e Observation. Pl. V, les deux lignes supérieures, F. 2 et F. 3.

(15 septembre. — De 4 heures du matin à 9 heures du soir.)

Elle a porté sur la deuxième et la troisième feuille d'une *Sensitive* placée à l'obscurité, et a été exécutée le même jour que la 1^{re} observation, p. 68.

La température a varié, comme dans cette dernière, entre 19°,5 et 20°,4 C.

4 h. 25	du matin.	Position nocturne des folioles.					
5 h.	"	Feuille 2, folioles à 15°.	Feuille 3, folioles à 170°.				
5 h. 1/2	"	" 2 " à 35°.	" 3 " à 180°.				
8 h. 3/4	"	" 2 " à 130°.	" 3 " à 140°.				
11 h. 1/4	"	" 2 " à 45°.	" 3 " à 140°.				
3 h. 1/4	du soir	" 2 " à 25°.	" 3 " à 120°.				

La position des folioles ne change pas sensiblement jusqu'à neuf heures du soir. Pendant tout ce temps, les pétioles secondaires n'ont presque pas changé de position. Les deux extrêmes formaient un angle de 140° environ dans la deuxième feuille, de 170° dans la troisième.

Comparez cette observation à la 3^e observation, p. 66, celle à laquelle se rapportent les deux lignes inférieures, F. 3 et F. 4 de cette même pl. V.

4^e Observation. Pl. VI, les deux lignes supérieures F. 2 et F. 3.

(Nuit du 18 au 19 septembre. — De 7 1/2 heures du soir à 6 1/4 heures du matin.)

Cette observation a porté sur la même plante que précédemment. Elle fut exécutée en même temps que la 2^e, p. 68. La plante en expérience avait été placée, le 17 au soir, dans une armoire complètement obscure, et y fut laissée jusqu'au moment de la première observation. De cette façon, on peut regarder cette quatrième expérience comme complétant la précédente, la plante se trouvant, au commencement de cette dernière expérience, sensiblement dans le même état qu'à la fin de la précédente.

Comme dans la 2^e observation, la température a varié entre 18°,5 et 19°,9 C.

7 h. 1/2	du soir.	Pétioles secondaires extrêmes faisant un angle de 170° dans les deux feuilles. Feuille 2, folioles à 15°; feuille 3, à 150°.					
11 h. 1/2	"	Mêmes remarques, si ce n'est que la feuille 2 a ses folioles à 10° et la feuille 3 à 100°.					
2 h.	du matin.	Pétioles secondaires extrêmes à 100° dans la feuille 2; à 140° dans la troisième. Feuille 2, folioles à 10°; feuille 3, à 70°.					
4 h.	"	Pétioles secondaires à 90° dans la feuille 2; à 140° dans la feuille 3. Folioles au contact dans les deux feuilles.					
4 h. 3/4	"	La feuille 3 est tombée d'elle-même sans la moindre excitation.					
6 h. 1/4	"	Pas de changement dans la position des pétioles secondaires et des folioles.					
2 h.	du soir.	Les folioles de la feuille 2 sont à 50°, celles de la feuille 3 à 160°.					

Ainsi qu'on le voit, la plante, après avoir veillé presque toute la nuit, commençait, au moment où a cessé l'observation, à entrer dans la deuxième période de son sommeil.

Comparez cette observation à la 4^e, p. 67. C'est à cette dernière qu'appartiennent les deux lignes inférieures de la pl. VI, lesquelles représentent les mouvements des feuilles pendant la nuit dans les conditions normales.

V. Influence paratonique qu'exercent différents agents sur la tension.**A. LUMIÈRE.****1^{re} Observation.** Influence paratonique de l'obscurité.

(23 septembre. — Température de la chambre 18°,5 C.)

Une Sensitive était placée au soleil. A 3 heures 55 m. du soir, je mesure les angles d'élévation de ses feuilles. Voici leur valeur :

Feuille 1, 81°; feuille 2, 77°; feuille 3, 85°; feuille 4, 75°; feuille 5, 80°; feuille 6, 80°.

Je la place aussitôt dans une armoire. A 4 heures 10 m., les folioles sont légèrement rapprochées, et les angles d'élévation sont devenus :

Feuille 1, 92°; feuille 2, 92°; feuille 3, 103°; feuille 4, 104°; feuille 5, 105°; feuille 6, 104°.

A 4 heures 25 m., folioles à 45° et 90°; angles d'élévation :

Feuille 1, 92°; feuille 2, 95°; feuille 3, 108°; famille 4, 112°; feuille 5, 115°; feuille 6, 117°.

2^e Observation. Influence paratonique de la lumière solaire.

(6 septembre.)

A midi 45 m., une Sensitive est retirée d'une armoire, où elle se trouvait depuis le matin et dont la température était de 23° C. Les angles d'élévation de ses feuilles sont :

Feuille 1.	Feuille 2.	Feuille 3.	Feuille 4.	Feuille 5.	Feuille 6.	Feuille 7.	Feuille 8.
105°	123°	115°	115°	117°	113°	129°	126°

Placée au soleil, où la température est de 40° C.¹ — Après une minute, les F. 2 et 3 ont replié leurs folioles du sommet à la base; puis, après une seconde minute, elles tombent subitement. Les folioles de toutes les autres feuilles se rapprochent également d'une trentaine de degrés. Après 8 minutes d'exposition au soleil, la F. 1 tombe subitement à son tour.

Au bout de 15 minutes d'exposition au soleil, les angles d'élévation sont devenus :

Feuille 1.	Feuille 2.	Feuille 3.	Feuille 4.	Feuille 5.	Feuille 6.	Feuille 7.	Feuille 8.
88°	100°	86°	96°	106°	60°	115°	95°

A 1 heures 10 m. les folioles sont de nouveau étalées partout.

¹ La température a été prise avec un thermomètre à boule noircie.

3^e *Observation.* Influence paratonique d'une lumière diffuse faible.

(30 août.)

Pendant cette observation, la température a varié entre 17° et 17°,3 C. Le pot avait été placé la veille dans une soucoupe contenant un peu d'eau; au moment de l'expérience, il est sur une table tout contre une fenêtre fermée. Depuis le matin, le ciel est gris; vers midi, il commence à pleuvoir; la pluie continue à tomber toute l'après-dînée; à 4 3/4 heures, les folioles commencent à se rapprocher dans les feuilles supérieures; à 5 3/4 heures, la lumière est devenue excessivement faible; demi-position de sommeil dans les folioles. De midi et demi à minuit, j'ai mesuré l'angle d'élévation des feuilles. On remarque qu'il continue à décroître jusqu'à 10 heures du soir. A ce moment devait donc se trouver le minimum, placé vers 7 heures lorsque la lumière offre son intensité habituelle.

	Feuille 1.	Feuille 2.	Feuille 3.	Feuille 4.
Midi 1/2.	100°	105°	100°	102°
1 h. 1/2 du soir.	90°	95°	101°	95°
2 h. 1/2 "	90°	100°	102°	98°
3 h. 1/2 "	90°	97°	103°	94°
4 h. 3/4 "	96°	100°	105°	95°
5 h. 3/4 "	87°	110°	105°	98°
10 h. "	78°	94°	110°	92°
Minuit.	98°	125°	137°	114°

B. TEMPÉRATURE.

1^{re} *Observation.* Influence paratonique d'une élévation de température.

(31 août.)

A 2 heures 47 m. du soir, je place sur la table contre la fenêtre une plante qui était sur la fenêtre en dehors, exposée à une température de 18° C. En dedans, le thermomètre marquait 32° C. auprès de la plante. Les angles d'élévation, au moment où commence l'observation, sont exprimés par la première série de nombres; les suivantes indiquent l'augmentation de cet angle à divers moments. Temps sombre.

	Feuille 1.	Feuille 2.	Feuille 3.	Feuille 4.	Feuille 5.
2 h. 47 du soir. T. 18°.	105°	95°	89°	98°	85°
2 h. 56 " T. 32°.	102°	90°	92°	98°	87°
3 h. 8 " —	112°	95°	95°	98°	90°
3 h. 20 " —	115°	100°	95°	96°	87°
3 h. 35 " —	115°	100°	100°	96°	90°
3 h. 50 " T. 29°.	122°	chute	106°	102°	100°
4 h. 45 " T. 27°,3.	115°	115°	108°	109°	98°

Remarques. A 2 heures 57 m., les folioles de la feuille supérieure commencent à se rapprocher; au bout d'un quart d'heure, elles sont à 45°. Celles des feuilles inférieures se sont aussi un peu rapprochées. Le rapprochement continue pendant toute la durée de l'expérience; à 3 heures 40 m., la troisième feuille a ses folioles pour la plupart presque au contact. A 3 1/2 heures, la deuxième feuille tombe subitement sans cause appréciable. Bientôt les folioles de toutes les feuilles commencent à s'écarter.

Voici les angles d'élévation successifs, pendant le même temps, chez une plante qui était restée sur la fenêtre en dehors, exposée à une température de 17°,6 à 18°.

	Feuille 1.	Feuille 2.	Feuille 3.	Feuille 4.	Feuille 5.	Feuille 6.
2 h. 1/2 du soir.	115°	90°	90°	80°	62°	75°
4 h. »	112°	100°	83°	85°	57°	78°
5 h. »	113°	97°	83°	84°	65°	70°
6 h. »	112°	105°	100°	95°	70°	78°

2^e Observation (même jour). Même influence paratonique.

Cette plante était placée depuis le matin sur la fenêtre en dehors, où la température était de 18° environ. Je détermine l'angle d'élévation de ses feuilles à midi, la place sur la table tout contre la fenêtre en dedans, et commence à chauffer la chambre. On voit que, comme dans l'observation précédente, l'angle d'élévation augmente jusqu'à 7 heures, à un moment de la journée où il aurait dû cependant diminuer. Pour savoir ce qu'aurait été la marche de la tension si la plante fût restée exposée tout ce temps à la température qu'elle avait d'abord à supporter, on n'a qu'à jeter les yeux sur le tableau précédent, où sont consignés les mouvements des feuilles chez une plante qui était restée, pendant ce temps, exposée à l'air libre, en dehors, sur la fenêtre.

		Feuille 1.	Feuille 2.	Feuille 3.	Feuille 4.	Feuille 5.
Midi.	T. 18°	90°	92°	100°	97°	105°
1 h. du soir.	T. 30°	105°	95°	99°	95°	109°
2 h. 1/2	» T. 33°	115°	100°	108°	100°	114°
4 h.	» T. 29°	165°	111°	109°	108°	108°
5 h.	» T. 26°,7	103°	100°	108°	102°	112°
6 h.	» T. 25°	90°	90°	107°	100°	115°

Remarques. A 1 heure, les folioles de la feuille supérieure se sont fermées; dans la seconde feuille, les extrêmes seulement se sont rapprochées. A 2 1/2 heures, les folioles de la première feuille sont étalées au sommet des pétioles secondaires, encore appliquées vers leur base.

3^e Observation. Influence paratonique d'un abaissement de température.

(5 septembre.)

L'observation a porté simultanément sur deux plantes, A et B. — A fut placé sur la table, à l'air libre, à côté de B. — B était sous une cloche de 70 centimètres de haut. Le soleil a donné sur les plantes jusque vers 3 heures, au travers d'un rideau de mouseline. A 1 heure du soir, je mesurai les angles d'élévation des feuilles dans les deux plantes, puis de la glace fut amoncelée sous la cloche, sur la terre du pot et tout autour de ce dernier. De l'eau à zéro fut versée sur le pot, sans effet immédiat. Deux thermomètres C. servaient à prendre la température de la terre du pot et de l'air de la cloche. La boule de l'un était placée au milieu des racines de la plante, à 4 centimètres au-dessous du niveau de la terre du pot, l'autre entre les feuilles.

T = température de la terre du pot.

T' = » de l'air sous la cloche.

Plante B.

	Feuille 1.	Feuille 2.	Feuille 3.	Feuille 4.	Feuille 5.	Feuille 6.
1 h. du soir T. = 22 ^o ,5. T.' = 25 ^o ,5	120 ^o	120 ^o	102 ^o	120 ^o	113 ^o	100 ^o .

Arrosage avec de l'eau à zéro et amoncellement de glace sous la cloche.

1 h. 50 » T. = 10 ^o . T.' = 22 ^o	125 ^o	105 ^o	103 ^o	115 ^o	130 ^o	95 ^o .
2 h. 30 » T. = 8 ^o ,7. T.' = 21 ^o ,8	65 ^o	95 ^o	88 ^o	94 ^o	107 ^o	78 ^o .
3 h. » T. = 9 ^o . T.' = 19 ^o ,5	55 ^o	90 ^o	85 ^o	86 ^o	82 ^o	70 ^o .
3 h. 45 » T. = 10 ^o ,5. T.' = 23 ^o	50 ^o	85 ^o	83 ^o	91 ^o	95 ^o	68 ^o .
4 h. 30 » T. = 14 ^o . T.' = 21 ^o ,5	53 ^o	90 ^o	85 ^o	95 ^o	100 ^o	70 ^o .
5 h. » T. = 15 ^o ,7. T.' = 21 ^o	68 ^o	96 ^o	89 ^o	93 ^o	97 ^o	75 ^o .

Remarques. L'influence de l'arrosage par l'eau à zéro ne se révèle par aucun effet appréciable. — A 2 h. 30 m., les pétioles sont très-notablement abaissés; dans les feuilles supérieures ils sont courbés en arcs à concavité inférieure. Toutes les feuilles ont leurs folioles rapprochées à 150^o environ; dans les supérieures, les folioles sont un peu crispées. — A 3 heures, même position, mais encore plus accusée. — A 4 1/2 heures, la lumière commençant à s'affaiblir, les folioles de la plante A commencent à se rapprocher. Celles de B sont toujours dans la même position. — A 5 heures, A est à moitié en position nocturne; en B à peu près la même position que précédemment, c'est-à-dire folioles crispées et pétioles arqués dans les deux feuilles supérieures; dans les autres folioles, à 45^o. A ce moment, la cloche est enlevée; les folioles et les pétioles sont médiocrement sensibles. Le lendemain, la plante est languissante; au bout de trois jours, elle est devenue très-vigoureuse.

Plante A. — T, 25°5 à 1 heure, à l'abri du soleil.

	Feuille 1.	Feuille 2.	Feuille 3.
1 h. du soir	110°	92°	95°.
1 h. 50 "	101°	105°	95°.
2 h. 30 "	100°	100°	90°.
3 h. "	105°	103°	105°.
3 h. 45 "	107°	103°	94°.
4 h. 30 "	100°	100°	82°.
5 h. "	95°	95°	68°.

C. HUMIDITÉ.

1^{re} Observation. Influence paratonique de l'humidité de l'air.

(31 août.)

Les deux pots A et B contenant chacun une Mimose vigoureuse avaient été placés, dès le 30 août, dans des soucoupes contenant de l'eau, de façon à ce que la terre en fût saturée. A était resté à l'air libre; B avait été mis sous une grande cloche saturée d'humidité et contenant un thermomètre. Le 31, je posai de bonne heure les deux plantes sur la table, contre la fenêtre. A midi, le temps était sombre; le thermomètre dans le voisinage de A marquait 18°; les angles d'élévation des feuilles furent déterminés, et je commençai à chauffer la chambre. A 1 heure, la température était de 30°. J'avais soin de la maintenir sous la cloche au même niveau que dehors en y versant de l'eau froide ou chaude, selon l'effet que je voulais obtenir. Bien entendu que cette eau, retenue hors de la soucoupe, ne pouvait pas agir immédiatement sur la plante. On comparera l'élévation des pétioles dans les deux plantes, et on verra qu'ils ont atteint, sous l'influence de la saturation de l'air par la vapeur d'eau, une hauteur qu'ils présentent très-rarement dans les conditions d'existence habituelles. Le minimum ordinaire du soir se traduit par un abaissement extrêmement considérable et d'une heure de durée environ, très-difficile à comprendre. *Il semble qu'il y ait dans la périodicité des causes qui empêchent la tension de dépasser certaines limites à un moment donné.* Ainsi, cette hauteur à laquelle les pétioles n'avaient pu s'élever d'emblée par l'augmentation de la température et la saturation de l'air, ni après que ces influences eurent duré plusieurs heures, ils purent l'atteindre à minuit. On remarquera encore (comme dans les 1^{re} et 2^e observations précédentes) le rapprochement des folioles dans les deux plantes, sous l'influence d'une élévation de température; chez celle qui était sous la cloche, il fut beaucoup plus notable. Enfin, on notera que cette dernière plante avait pris sa position de sommeil une demi-heure avant l'autre.

B, plante placée sous la cloche.

		Feuille 1.	Feuille 2.	Feuille 3.	Feuille 4.	Feuille 5.	Feuille 6.
Midi	T. 17° C.	100°	101°	100°	90°	115°	98°.

Je chauffe la chambre.

1h.	du soir	T. 30°	105°	107°	115°	97°	135°	100°.
2 h. 1/2	»	T. 32°	145°	130°	128°	122°	144°	124°.
4 h.	»	T. 30°	110°	135°	145°	120°	160°	128°.
5 h.	»	T. 28°	90°	95°	135°	120°	155°	130°.
6 h.	»	T. 26°,5	75°	67°	102°	115°	132°	133°.
9 h. 1/2	»	T. 23°	130°	98°	160°	116°	140°	125°.
11 h. 1/2	»	T. 22°	160°	173°	132°	148°	177°	125°.
1 h. 1/2 du matin	T. 21°,6	110°	180°!	125°	122°	177°	142°.	

A, plante placée à côté, à l'air libre. La température est la même.

		Feuille 1.	Feuille 2.	Feuille 3.	Feuille 4.	Feuille 6.
Midi		90°	92°	100°	97°	105°.

Je chauffe la chambre.

1 h.	du soir	105°	95°	99°	95°	109°.
2 h. 1/2	»	115°	100°	103°	100°	114°.
4 h.	»	105°	111°	109°	108°	108°.
5 h.	»	103°	100°	108°	102°	112°.
6 h.	»	90°	90°	107°	100°	115°.
9 h. 1,2	»	125°	75°	145°	117°	115°.
11 h. 1/2	»	150°	140°	140°	137°	125°.
1 h. 1/2 du matin		150°	135°	142°	125°	130°.

Remarques. A 1 heure, A a les folioles de sa feuille supérieure reployées; dans la seconde feuille, les extrêmes seulement se sont un peu rapprochées; B a les folioles de ses deux feuilles supérieures en contact; celles de la troisième feuille sont à 30°, dans les feuilles inférieures à 90° et 120°. — A 2 1/2 heures, A a toutes ses folioles normalement étalées; en B, elles commencent à s'écarter. — A 4 heures, B a les folioles de sa première feuille à 90°; dans les autres, elles sont étalées. — A 6 heures, position de sommeil commençante à peu près semblable dans les deux plantes; cette position a commencé en B une demi-heure avant de se montrer en A. Les feuilles de B sont tombées d'une manière remarquable; elles pendent comme si elles n'avaient plus la moindre tension. — A 9 1/2 heures, position de sommeil complète dans les deux plantes; B a redressé ses pétioles.

A la suite de cette observation, B continua à végéter vigoureusement.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Pl. I. — Mouvements périodiques et paratoniques de premier et de deuxième ordre des feuilles du *Mimosa pudica*, dans deux plantes différentes. Les observations ont eu lieu d'une manière continue, de deux heures en deux heures, les 29, 30, 31 juillet et 1^{er} août. Les plantes étaient placées dans leurs conditions d'existence habituelles. Chaque point désigne une observation. Les temps sont mesurés sur l'axe des abscisses et les angles sur celui des ordonnées.

Dans la plante n° 1, les observations ont porté simultanément sur les cinq feuilles supérieures; dans la plante n° 2, sur les six feuilles que celle-ci présentait.

Le maximum d'élévation des feuilles est placé vers 4 heures du matin, et le minimum vers 7 heures du soir. Le premier jour, ce minimum a présenté un retard notable (voy. p. 39).

Outre ces deux oscillations de premier ordre, on en reconnaît encore de plus courtes ou de deuxième ordre.

Pl. II. — Observations faites tous les quarts d'heure, le 15 septembre, de 4 heures du matin à 9 heures du soir, sur les six feuilles d'une Sensitive placée dans ses conditions d'existence habituelles. Outre les mouvements représentés dans la planche précédente, on aperçoit des oscillations de troisième ordre d'une demi-heure à une heure de durée. Les oscillations de premier et de deuxième ordre sont plus particulièrement visibles dans le petit tableau, dont celles de troisième ordres ont été exclues pour plus de clarté.

Pl. III. — Mouvements nocturnes des cinq feuilles supérieures d'une Sensitive ayant passé la journée dans ses conditions d'existence normale. Observations répétées tous les quarts d'heure pendant la nuit du 18 au 19 septembre. On notera le retard survenu dans l'heure du grand minimum et la chute spontanée de plusieurs feuilles arrivées à leur maximum d'élévation (voy. p. 39 et p. 65).

Pl. IV. — Tableau de gauche. Mouvements périodiques dans une plante laissée à l'obscurité. Observations faites toutes les quinze minutes, de 4 heures du matin à 9 heures du soir, le 15 septembre. Pendant les trois premières heures, on remarque de fréquentes interruptions dues à des accidents. Le minimum d'élévation est placé vers le milieu du jour. Les oscillations de deuxième ordre ont disparu; celles de troisième ordre persistent.

Tableau de droite. Mouvements périodiques dans une plante qui avait passé la journée précédente à l'obscurité, de sorte que ce tableau fait suite au précédent; nuit du 18 au 19 septembre. Le maximum d'élévation est placé vers 11 heures, et le mouvement d'abaissement se déclare plus tôt que d'habitude, de façon que la période tout entière se trouve abrégée d'à peu près trois heures.

Pl. V. — 15 septembre, de 4 heures du matin à 9 heures du soir. Dans cette planche et la suivante, les changements de position des feuilles ont été déterminés par la méthode exposée à la p. 26.

Les deux lignes inférieures appartiennent à la troisième et quatrième feuille d'une plante placée dans ses conditions normales d'existence. Les observations qui servent à les déterminer ont été faites toutes les cinq minutes.

Les deux lignes supérieures appartiennent à la deuxième et troisième feuille d'une autre plante placée pendant le même temps à l'obscurité. Dans ce dernier cas, les observations ont eu lieu toutes les dix minutes.

On remarquera l'amplitude des oscillations des deux lignes supérieures. Le peu d'étendue des mouvements des deux autres feuilles n'est pas moins extraordinaire, et constitue un fait anormal ¹.

Pl. VI. — Nuit du 18 au 19 septembre. Cette planche fait suite à la précédente. Les deux lignes supérieures appartiennent à la deuxième et à la troisième feuille d'une plante qui avait passé la journée du 18 à l'obscurité. L'une d'entre elles présente une chute spontanée très-remarquable.

Les deux lignes inférieures représentent les mouvements de la troisième et de la quatrième feuille chez une *Sensitive* placée la journée précédente dans ses conditions d'existence normales. On remarquera le retard du minimum du soir en se rappelant que les pl. I et III nous ont déjà offert le même phénomène.

¹ Je ne peux expliquer cette anomalie qu'en supposant que la plante qui a servi à cette observation avait été soumise pendant quelque temps à l'influence d'une obscurité plus prolongée que de coutume; j'avais, en effet, à cette époque, plusieurs *Sensitives* que je gardais à l'obscurité jusqu'à midi, et peut-être l'une de celles-ci aura été substituée par erreur à la plante que je destinais à l'observation consignée dans cette planche.



NOTE AJOUTÉE APRÈS L'IMPRESSION.

A la p. 247 (B), j'ai essayé de prouver que lorsque les deux ressorts qui composent le pulvinule augmentent en puissance, cette augmentation n'est pas une quantité égale dans chacun d'eux.

Malheureusement la démonstration que j'ai donnée de cette proposition est vicieuse. A première vue, en effet, il semble, ainsi que je l'ai pensé, qu'une augmentation égale de la force des deux ressorts change le rapport de ces forces et entraîne par conséquent un mouvement dans le pétiole; mais il n'en est rien; il n'y a pas de changement de rapport, le poids de la feuille étant une quantité invariable.

Néanmoins, la proposition subsiste, et voici la nouvelle démonstration que je propose.

Une position quelconque de la feuille étant donnée, je pose :

La force du ressort supérieur $t = 4$,

» » inférieur $t' = 4 + 2$,

La tension du pulvinule $T = \frac{t + t'}{2}$.

Je fais augmenter la force de chaque ressort de 2, j'ai :

$$t_1 = 4 + 2$$

$$t'_1 = 4 + 2 + 2$$

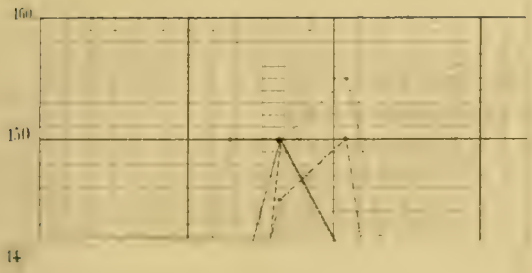
$$T' = \frac{t_1 + t'_1}{2} \text{ et l'on a } T' > T.$$

Mais comme l'excès de force qu'a acquis l'un des deux ressorts est justement égal à celui qu'acquiert l'autre, ces deux nouvelles forces surajoutées se font exactement équilibre et la position du pétiole ne doit pas varier.

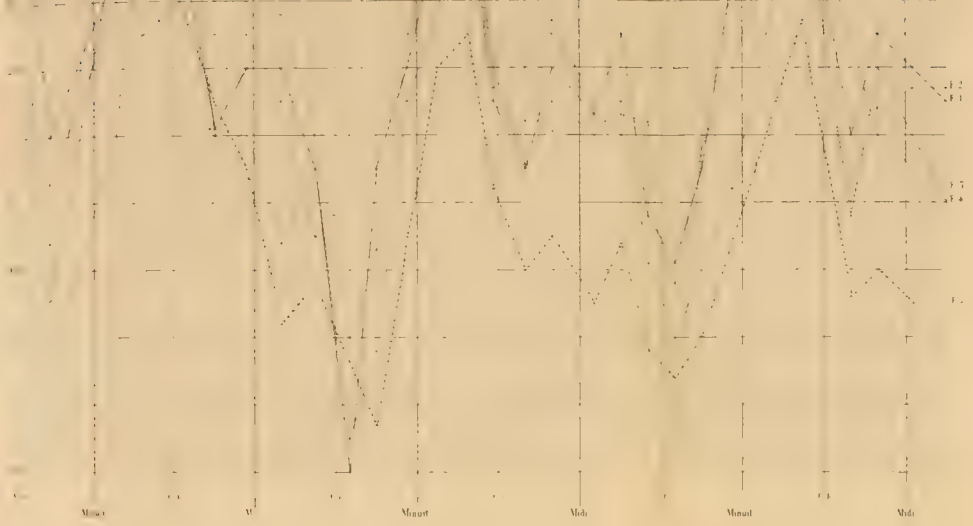
On peut démontrer la réciproque pour le cas d'une diminution égale dans la force des deux ressorts. D'après cela, il faudrait admettre que les variations de tension du pulvinule n'ont aucune influence sur les mouvements du pétiole, ce qui contredit les faits observés, et notamment la persistance des mouvements de la feuille dans le cas où l'une ou l'autre des moitiés du pulvinule a été enlevée.

Il faut donc admettre, ainsi que je l'ai dit, que l'augmentation ou la diminution simultanée dans la force de chaque ressort ne se fait point d'une manière égale pour chacun d'eux.

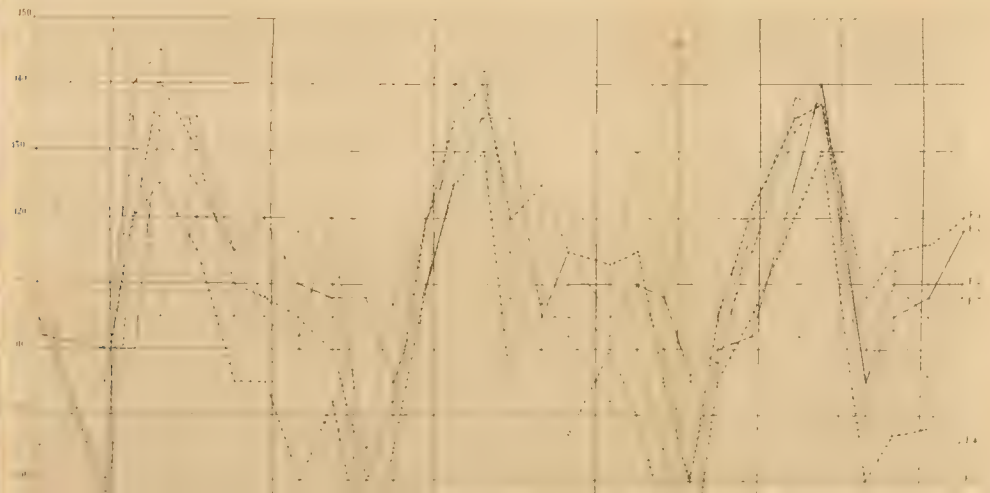
On peut démontrer cette dernière proposition, ainsi que celle que j'ai exprimée en A, à la p. 246, à savoir, que l'augmentation ou la diminution simultanée dans la force de chaque ressort n'est pas proportionnelle à la puissance respective de ceux-ci, par cette seule observation, que les mouvements du pulvinule continuent après que l'on a supprimé le poids de la feuille en coupant le pétiole immédiatement après sa sortie du renflement moteur. Je crois inutile d'insister sur ce nouvel argument; je l'ai déjà indiqué à la p. 246 (A), et un instant de réflexion suffira au lecteur qui m'a suivi jusqu'ici pour le saisir.

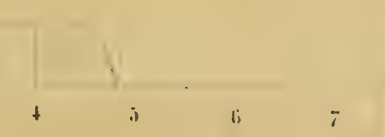
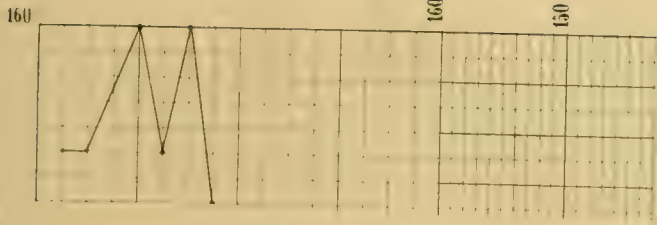


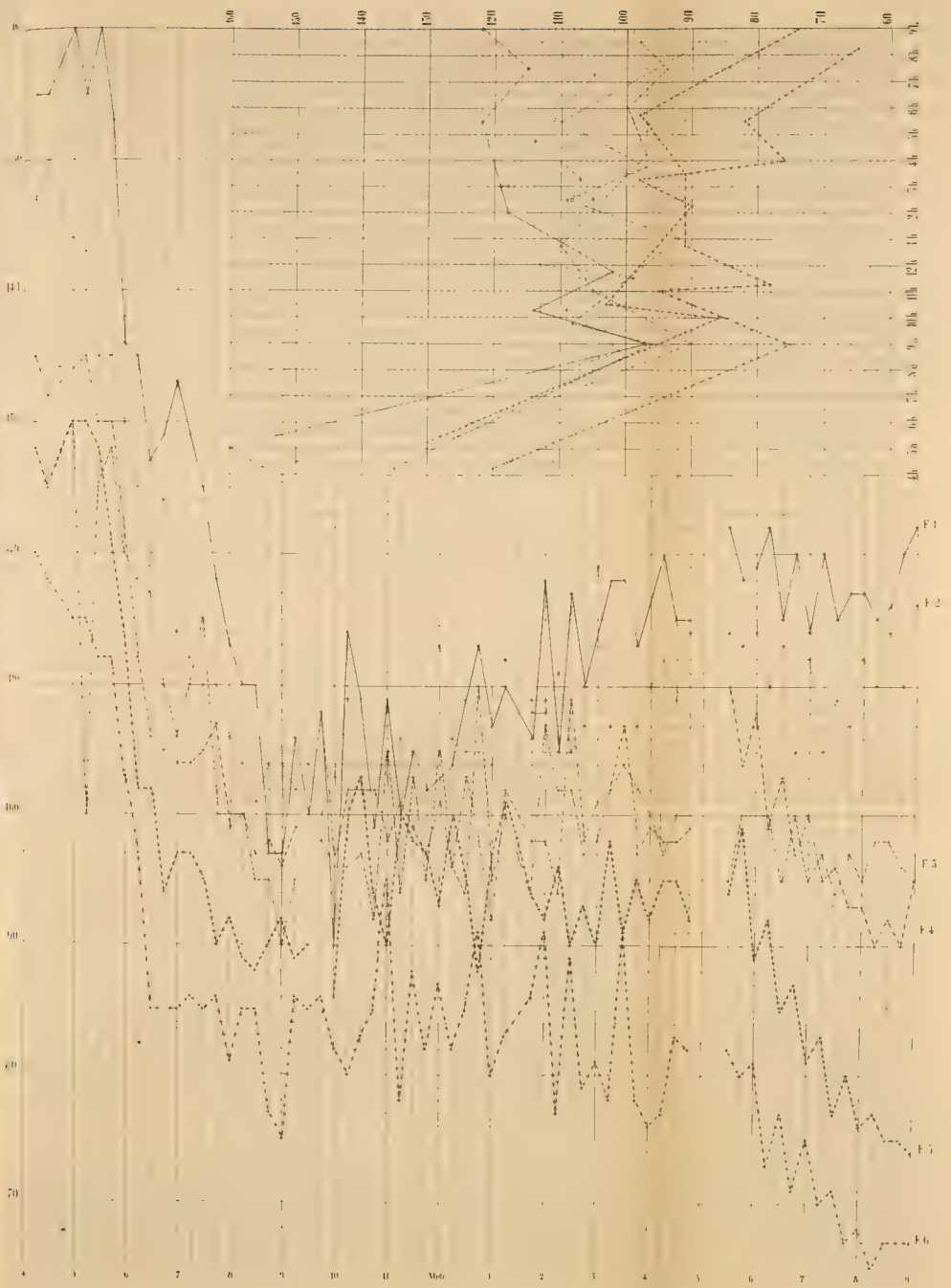
Technical drawing details and annotations.



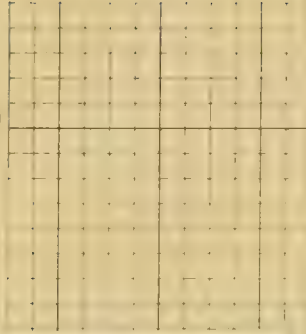
Plante N° 2

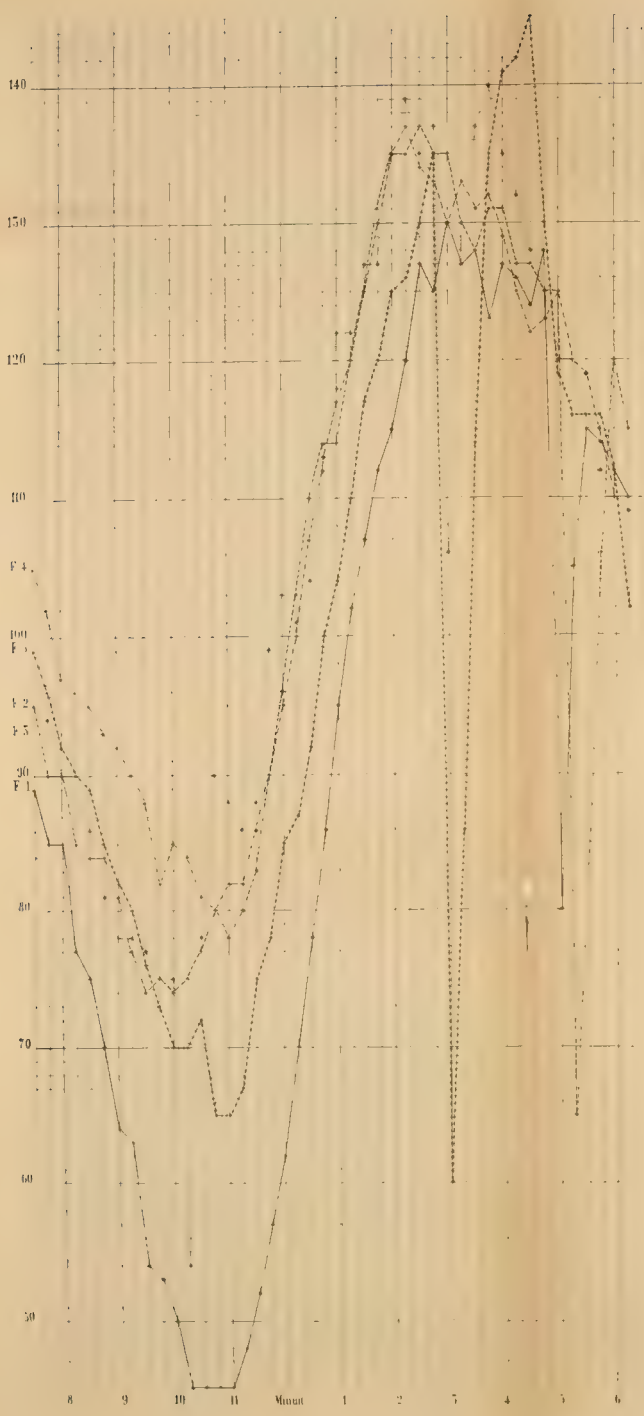






140





150

140

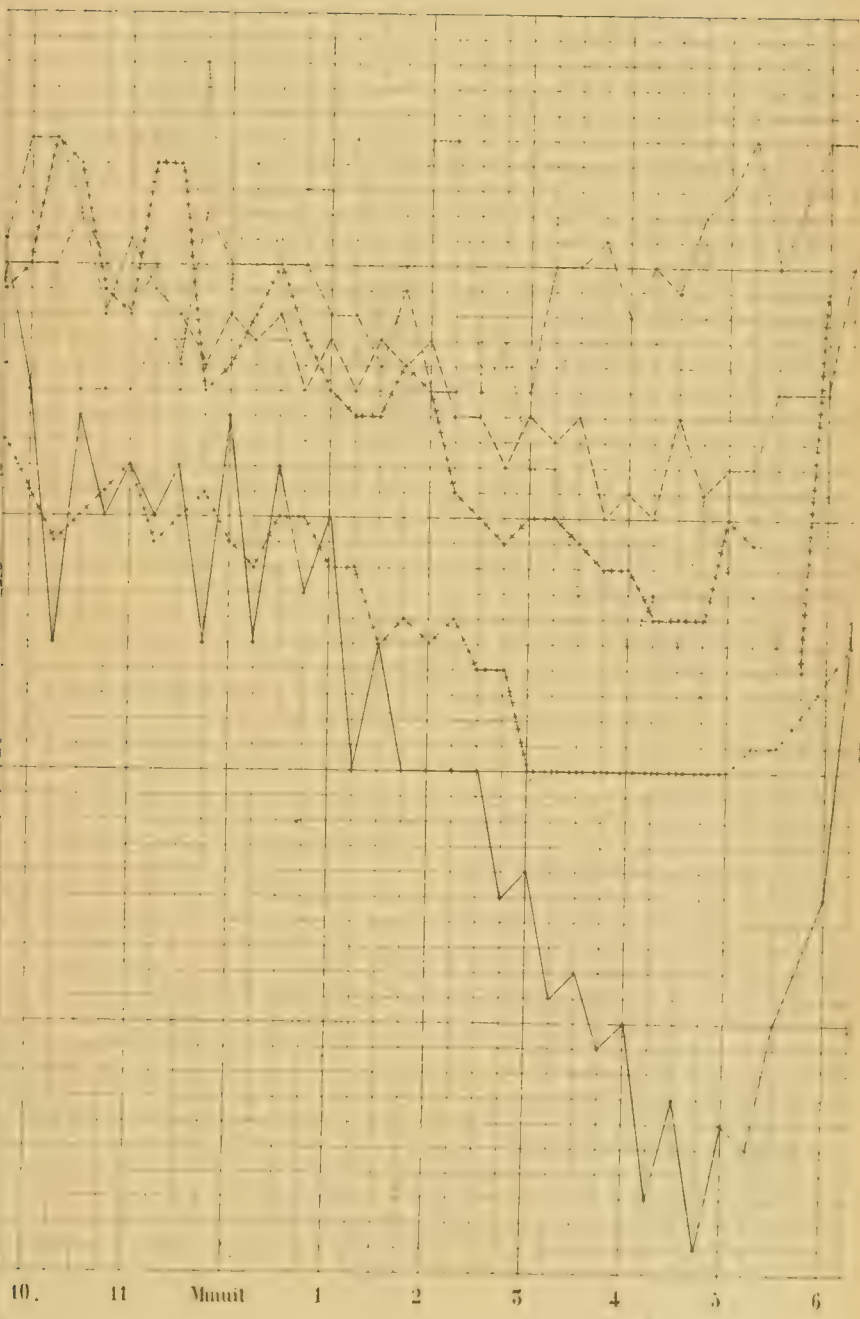
130

120

110

100

90



10.

11

Munit

1

2

5

4

5

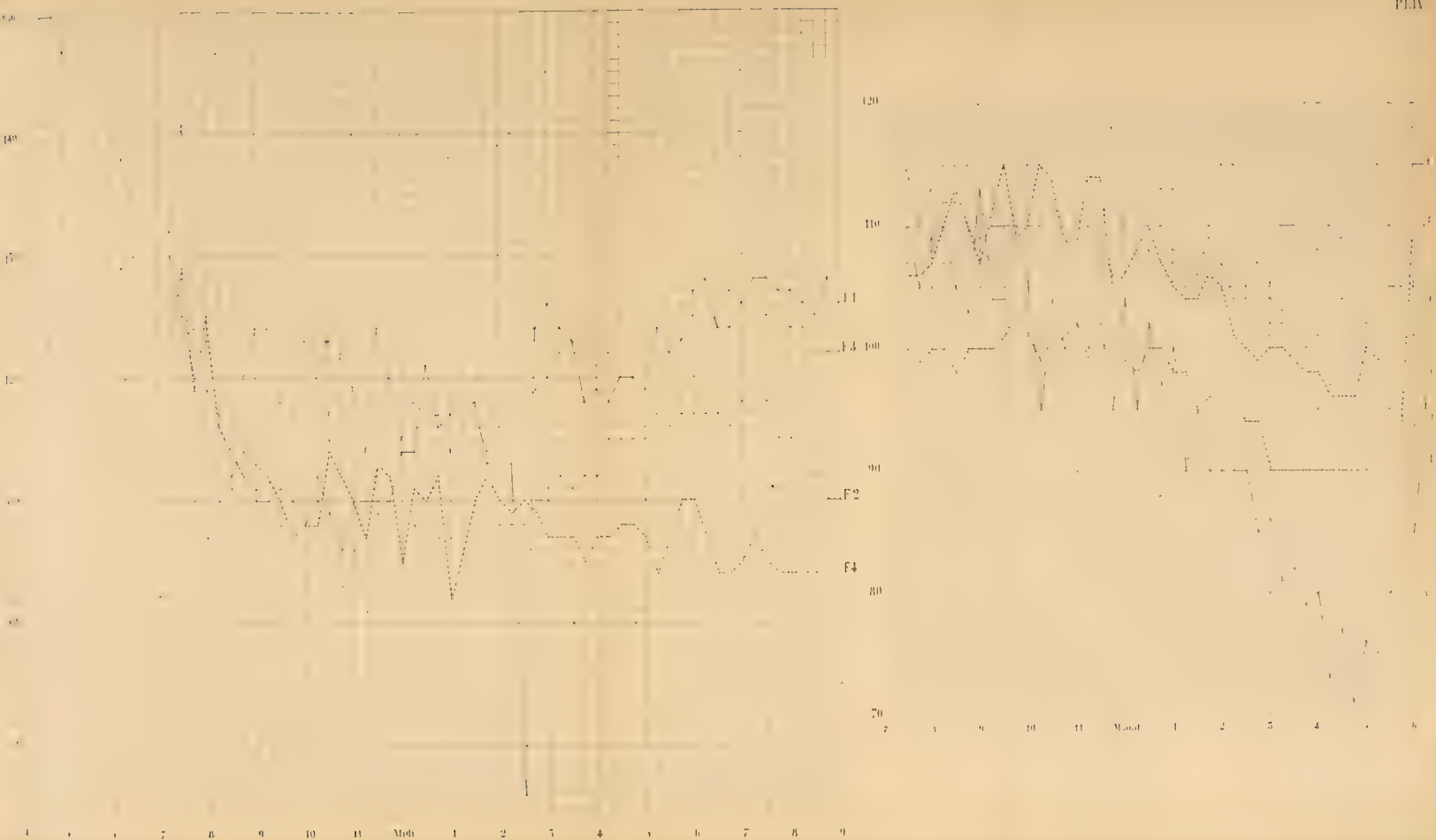
6

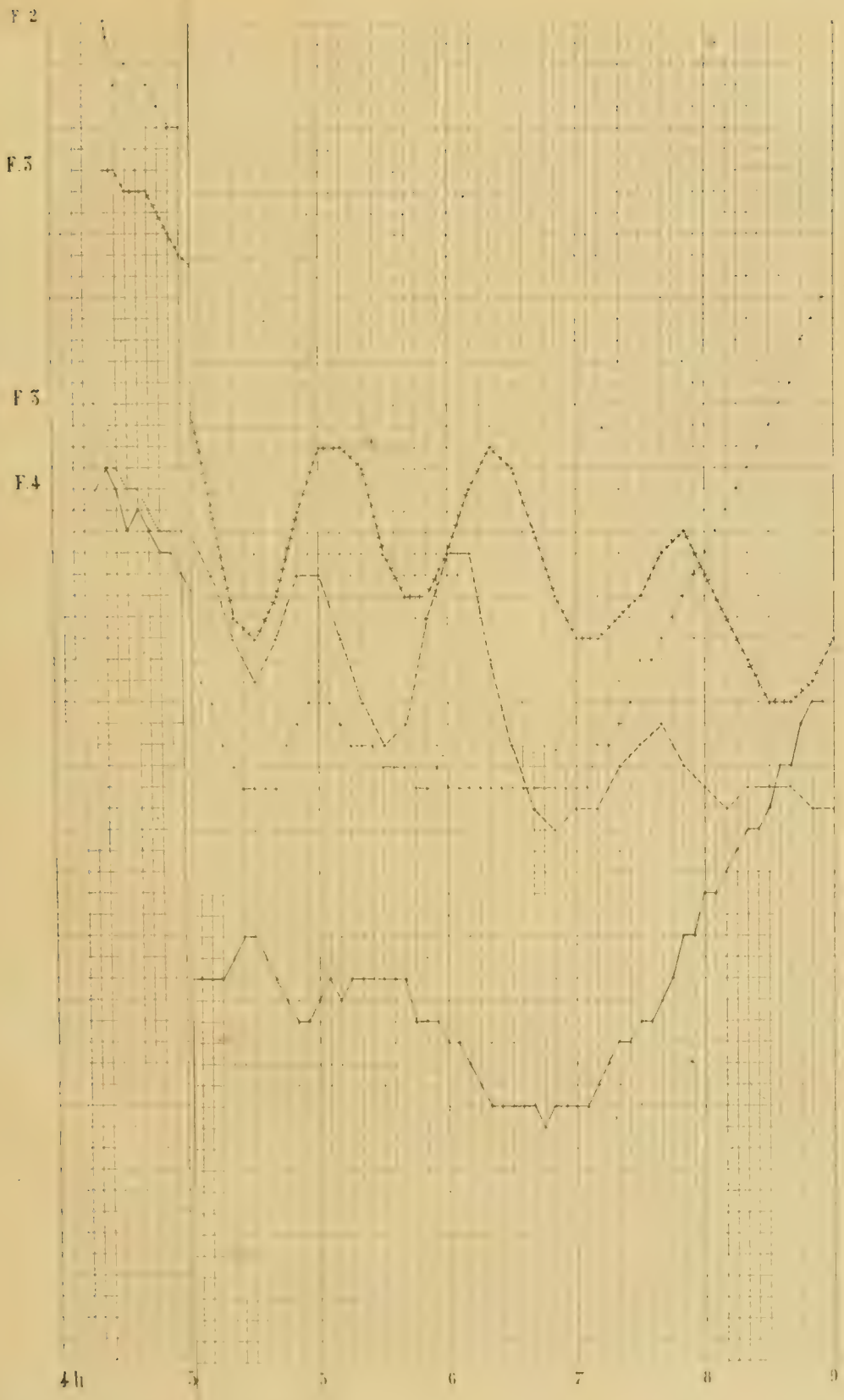
4

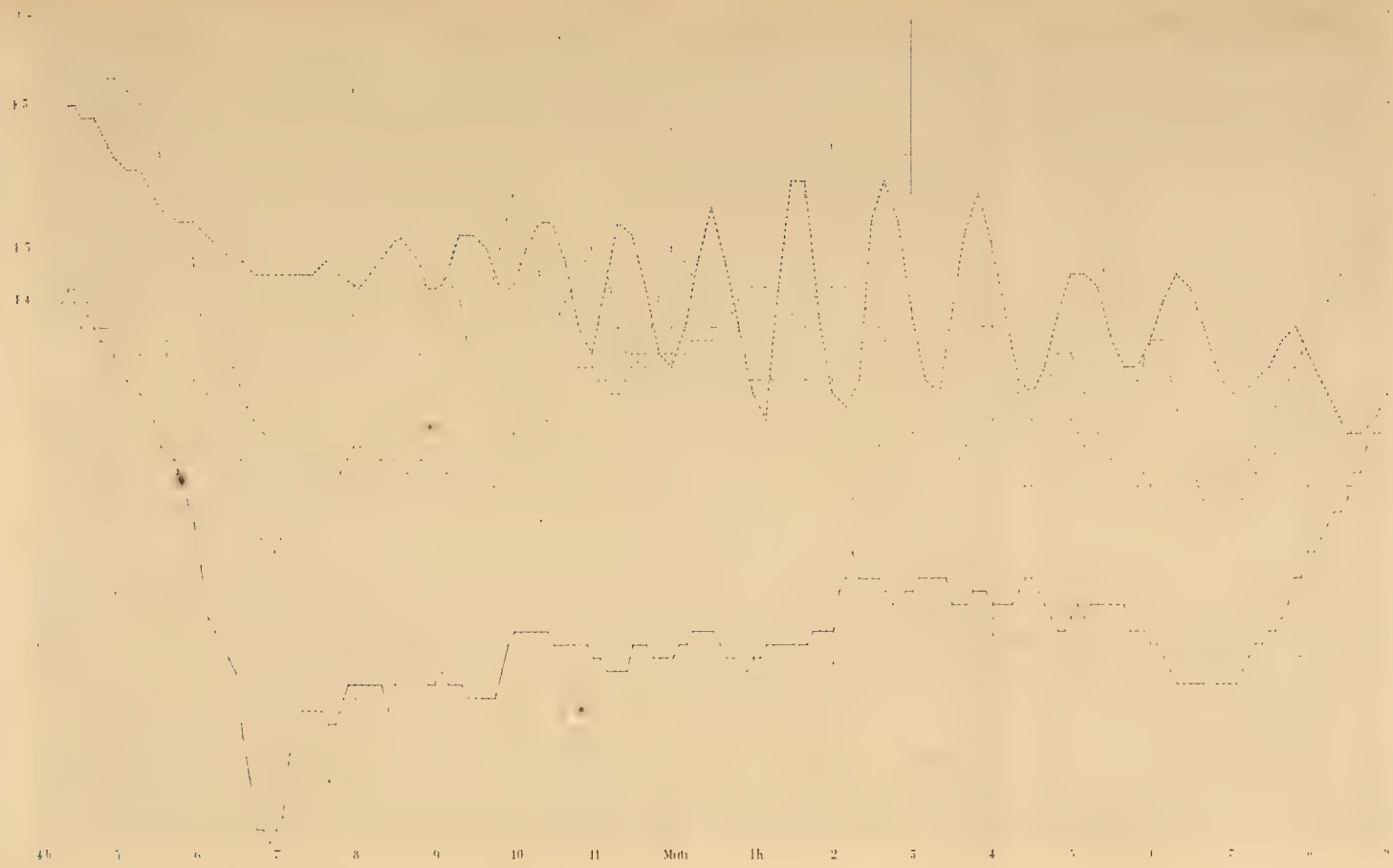
5

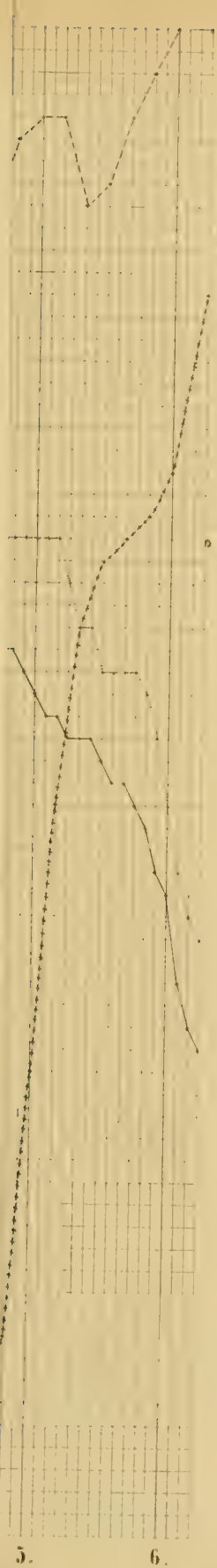
6

7









5.

6.

