

SUR

L'INJECTION DES VRILLES,

COMME MOYEN D'ACCÉLÉRER LEURS MOUVEMENTS ¹⁾

PAR

HUGO DE VRIES.

Des expériences antérieures m'avaient appris que, lorsque les vrilles se meuvent sous l'influence d'irritations, la force de turgescence du parenchyme augmente. Par le nom de force de turgescence je désigne la force avec laquelle le contenu des cellules vivantes distend la membrane cellulaire (*Zellstreckung*, p. 2). On sait que cette distension résulte de ce que le contenu des cellules enlève de l'eau à son entourage, et par là agrandit le volume des cellules.

Mais, à lui seul, un accroissement de la force d'attraction sur l'eau ne peut produire un agrandissement des cellules, ni par conséquent le mouvement de la vrille. Il faut aussi, bien entendu, que les cellules trouvent à leur portée de l'eau, qu'elles puissent absorber. Dans les circonstances ordinaires, elles doivent soustraire cette eau à d'autres cellules, qui à leur tour sont obligées de l'emprunter au xylème des faisceaux vasculaires. Cela, nécessairement, occasionne un ralentissement du mouvement.

¹⁾ Voir *Verlagen en Mededeelingen der Kon. Akad. van Wetensch.*, 1880, t. XV, p. 123.

En supposant donc que l'eau pût être offerte directement et sans forces antagonistes aux cellules du parenchyme, une accélération considérable du mouvement devrait en être la conséquence. Réciproquement, une pareille accélération du mouvement, déterminée par une absorption plus facile, serait une preuve que la force d'attraction sur l'eau a réellement augmenté, et même on pourrait trouver dans la grandeur de cette accélération une mesure, grossière il est vrai, de la variation de la force en question.

Cette dépendance entre la force de turgescence et la présence de l'eau mérite d'être considérée d'un peu plus près. D'après les vues qui ont servi de point de départ à mes recherches sur ce sujet ¹⁾, le protoplasme, dans les circonstances ordinaires, est imperméable au liquide de la vacuole; la tension élastique de la paroi cellulaire ne peut pas expulser ce liquide. Ce n'est que par voie osmotique qu'un échange de matières est possible. Parmi les matières dont il y a lieu de tenir compte ici, l'eau est la seule, toutefois, qui puisse se mouvoir à travers le protoplasme avec une vitesse suffisante; à en juger d'après le résultat de mes recherches ²⁾, les autres matières qui se trouvent dans le contenu des cellules ne traversent pas le protoplasme, dans un court espace de temps, en quantités appréciables. Dès qu'une cellule parenchymateuse vient en contact avec l'eau, elle tendra donc à absorber cette eau et, par suite, à se gonfler. Mais, à mesure que le volume augmente, la tension élastique de la paroi augmente aussi, et il finira par s'établir un état d'équilibre entre la force de turgescence et cette tension élastique. Une molécule d'eau, attirée vers le contenu par la force de turgescence, sera alors repoussée avec la même énergie par la pression des parois cellulaires; aucun accroissement de volume ne pourra plus avoir lieu. Dans cet état, toute la force de turgescence est donc active.

Supposons maintenant que, par l'une ou l'autre cause, la

¹⁾ Voir *Archives néerl.*, 1871, t. VI, p. 117.

²⁾ *Arch. néerl.*, t. VI, p. 124.

force de turgescence croisse subitement, mais que la cellule ne soit pas entourée d'eau ni d'autres cellules. Cette cellule sera empêchée d'agrandir son volume. Dans cet état, on peut donc dire que la force de turgescence est partiellement inactive. Seulement quand la cellule aura une nouvelle quantité d'eau à sa disposition, la force de turgescence pourra s'employer intégralement, seulement alors elle deviendra active tout entière ¹⁾).

Il suit de là que, lorsque l'eau n'est pas amenée en quantité suffisante à un tissu, la force de turgescence pourra, dans des circonstances données, être en partie inactive. Dans ce cas, un apport artificiel d'eau fera donc subitement entrer cette force tout entière en action et par conséquent déterminera un accroissement de volume.

Réciproquement, de l'observation d'une rapide dilatation à la suite d'un apport d'eau, il sera permis de conclure que la force de turgescence des cellules était partiellement inactive.

Dans les vrilles, la tension élastique des tissus distendus passivement et celle des parois cellulaires du parenchyme font équilibre à la force de turgescence du parenchyme; mais cela ne change absolument rien à la question de savoir si, dans un cas donné, la force de turgescence est active en totalité ou seulement en partie.

Ces considérations m'ont conduit à tâcher de réaliser les circonstances dont il vient d'être parlé.

J'en ai trouvé le moyen dans les expériences d'injection, bien connues, de Dutrochet. Cet éminent physiologiste nous a appris, en effet, qu'à l'aide de la machine pneumatique on peut extraire de différents organes végétaux la plus grande partie de l'air intercellulaire, et que, si l'objet est maintenu dans l'eau sous la cloche de la machine, on peut, en ouvrant le robinet, faire remplacer cet air par de l'eau. Une faible raréfaction de l'air est ordinairement déjà suffisante pour obtenir le résultat désiré; avec les vrilles aussi, cela est le cas.

¹⁾ La tension élastique des parois cellulaires n'est donc une mesure de la force de turgescence que lorsque le libre accès de l'eau est assuré.

La question que j'avais à résoudre était donc celle-ci : *Les mouvements que les vrilles exécutent à la suite d'une irritation sont-ils accélérés quand on injecte de l'eau ?*

Avant de pouvoir aborder cette question avec chance de succès, j'avais naturellement à en examiner une autre, à savoir : *qu'elle influence l'injection d'eau a-t-elle sur les vrilles non irritées ?* Il serait très concevable, en effet, que dans les vrilles non irritées la force de turgescence des cellules ne fût pas toujours active tout entière, et qu'elle fût par conséquent capable de faire équilibre à une tension élastique des tissus passivement distendus plus forte que la tension existante.

Dans toutes mes expériences, la méthode suivie a été la même. Les vrilles, parvenues au stade que je voulais étudier, recevaient une marque, puis étaient introduites avec précaution dans un verre cylindrique, court et large. Dans cette manœuvre, il fallait absolument éviter toute irritation ; à cet effet, les vrilles étaient toujours saisies vers le bas avec une petite pince ; le haut n'était jamais touché. Pour les maintenir sous l'eau contenue dans le verre et les empêcher de surnager, je plaçais à très peu de distance au-dessous de la surface de l'eau une toile métallique, supportée par quatre ressorts qui pressaient contre l'intérieur du verre et permettaient de la faire monter ou descendre. Les plus grands soins sont nécessaires pour prévenir que le contact avec cette toile métallique n'occasionne une irritation. Heureusement, les vrilles incurvées ne peuvent, grâce à cette courbure, la toucher que par leur face supérieure ou par un de leurs côtés, mais non par leur face irritable. Il faut veiller également à ce qu'aucune irritation ne se produise pendant qu'on fait agir la pompe. Après l'extraction de l'air, les vrilles étaient retirées avec précaution du verre cylindrique et déposées dans des capsules plates remplies d'eau ; pour cela aussi, on ne les saisissait que par l'extrémité inférieure et avec une pince.

En observant toutes ces précautions, il est possible d'éviter complètement que les vrilles ne soient irritées pendant la mani-

pulation; c'est ce que montrent celles des expériences de la première section où l'injection de vrilles droites n'a pas produit la moindre courbure.

La question de savoir si, dans les circonstances données, l'injection avec de l'eau est nuisible à la vie des vrilles, méritait de faire l'objet d'une expérience directe, surtout à cause de l'influence défavorable que l'injection avait exercée, dans quelques cas, entre les mains de Dutrochet. Pour cette expérience, j'ai choisi de jeunes vrilles de *Sicyos angulatus*, présentant encore toutes une courbure hyponastique, mais arrivées à des stades divers de redressement; après les avoir injectées sous la machine pneumatique, l'air étant raréfié au même degré que dans toutes les autres expériences, je les plaçai sous l'eau dans une petite capsule plate, où elles furent abandonnées à elles-mêmes durant 12 jours. Dans ces conditions, elles continuèrent à croître, se redressèrent peu à peu, restèrent droites pendant un temps très court, puis commencèrent à se courber épinastiquement, jusqu'à ce qu'elles fussent enroulées en spires étroites. Elles parcoururent donc les phases ordinaires de la vie, sans accuser aucune influence nuisible, sauf peut-être un certain ralentissement, dû à l'accès d'une moindre quantité d'oxygène. Voici le nombre des spires qu'on pouvait y compter:

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.
9 août (commencement)	— $\frac{3}{8}$	— $1\frac{1}{4}$	— $2\frac{1}{8}$	— $2\frac{1}{2}$	— $\frac{3}{4}$
11 "	0	0	0	— $\frac{1}{2}$	+ $\frac{3}{4}$
12 "	$2\frac{1}{2}$	0	0	0	$\frac{3}{4}$
13 "	7	$2\frac{1}{2}$	0	0	1
14 "	7	4	$\frac{1}{2}$	0	$4\frac{1}{2}$
15 "	$8\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	2	3	5
16 "	$8\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	5	6
21 "	$8\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	5	6	$6\frac{1}{2}$

Les nos 1 et 2 étaient des vrilles primaires, les nos 3—5 des vrilles latérales. Le signe — indique les spires hyponastiques

encore existantes au début; partout ailleurs, le côté supérieur est convexe.

On voit qu'après l'injection, sous l'eau, les vrilles ont parcouru de la manière ordinaire les différentes phases de la vie.

Je passe maintenant à la description des expériences.

Série I. Expériences sur les vrilles du *Sicyos angulatus*.

A. MOUVEMENTS ÉPINASTIQUES.

a. Période du redressement.

I. Une jeune vrille primaire, à $3\frac{1}{4}$ spires hyponastiques, fut injectée avec de l'eau. Au bout de trois quarts d'heure le nombre des spires était réduit à $2\frac{3}{4}$, un peu plus de trois heures après à 2, encore 14 heures plus tard à $\frac{1}{4}$.

Immédiatement après l'injection la diminution avait donc été en trois quarts d'heure de $\frac{1}{2}$ spire, puis en un peu plus de trois heures de $\frac{3}{4}$ de spire, et en 14 heures seulement de 1 spire $\frac{3}{4}$. L'injection avait donc eu pour effet une accélération sensible du mouvement.

II. Deux vrilles primaires plus âgées, conservant encore respectivement $1\frac{1}{4}$ et $\frac{3}{8}$ de spire hyponastique, furent injectées. Au bout de cinq quarts d'heure elles n'avaient plus respectivement que $\frac{3}{4}$ et $\frac{1}{3}$ de spire; une heure et demie plus tard $\frac{3}{4}$ et 0, encore trois heures plus tard $\frac{1}{2}$ et 0.

Donc, immédiatement après l'injection, en cinq quarts d'heure, perte respective de $\frac{1}{2}$ et de $\frac{1}{4}$; puis, en une heure et demie, de 0 et de $\frac{1}{8}$; enfin, en trois heures, de $\frac{1}{4}$ et de 0. Ici encore, il y avait donc accélération évidente du mouvement à la suite de l'injection.

III. Trois vrilles latérales furent traitées de la même manière :

N ^o .	Nombre des spires.			
	Avant.	après 1 h $\frac{1}{4}$.	après 2h $\frac{3}{4}$.	après 6 h.
1	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$
" 2	$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{5}{8}$
" 3	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

Cette expérience confirme le résultat des deux précédentes.

Des expériences de contrôle apprirent que des vrilles non injectées, laissées sur la plante, ont ordinairement besoin de 2—3 jours pour redresser les 1—3 dernières spires.

L'action accélérante de l'injection s'était donc peut-être étendue, dans les trois expériences communiquées, sur toute la durée de l'expérience.

Conclusion.

Lors du redressement épinastique, le mouvement est temporairement accéléré par l'injection d'eau.

β. Seconde période. Vrilles droites.

IV. Deux vrilles droites furent injectées : elles restèrent droites pendant un temps considérable.

Quand on répète cette expérience, il arrive parfois que les vrilles soient irritées, en dépit de toutes les précautions prises. Elles se courbent alors au sommet, en général légèrement, mais elles ne tardent pas à se redresser. J'ai observé de pareilles courbures de $\frac{1}{4}$, $\frac{5}{8}$ et $\frac{3}{4}$ de spire ; au bout d'une couple d'heures, les vrilles étaient redevenues droites.

Conclusion.

En l'absence de toute irritation, les vrilles droites restent droites après l'injection.

γ. Période de l'enroulement épinastique.

V. Une vrille d'une plante tenue en chambre avait commencé à s'enrouler épinastiquement et avait fait, dans sa moitié inférieure, 1 spire et $\frac{1}{8}$; le sommet, long de plus de 3 cm., était encore droit. A ce moment, elle fut injectée avec précaution. Nombre des spires :

		Accroissement.
Avant l'injection	$1\frac{1}{8}$	
5 minutes après	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
12 " "	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
40 " "	$1\frac{1}{2}$	0
2 heures "	$1\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$
4 " "	$2\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
8 " "	$3\frac{1}{2}$	1.

Le sommet resta droit durant tout ce temps.

Dans les douze premières minutes après l'injection l'accroissement du nombre des spires fut de $\frac{3}{8}$, ensuite, par heure, seulement de $\frac{1}{8}$ — $\frac{3}{8}$.

L'injection détermina donc temporairement une accélération très considérable du mouvement épïnastique. Il semblerait qu'à l'accélération succède d'abord une période de ralentissement, avant que le mouvement reprenne son cours ordinaire.

VI. Des vrilles qui avaient commencé à s'enrouler épïnastiquement sur des plantes placées dans la chambre furent coupées avec précaution et injectées.

Nombre des spires :

	No. 1.	No. 2.	No. 3.
Avant l'injection	$1\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$
10 minutes après	$1\frac{3}{8}$	3	$8\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$ heure "	2	3	$8\frac{1}{2}$
$1\frac{1}{2}$ " "	2	3	$8\frac{1}{2}$.

Les sommets de ces vrilles étaient droits.

L'injection avait donc eu pour résultat d'abord un accroissement rapide des spires, et ensuite, durant quelque temps, un arrêt du mouvement.

Il n'arrive pas toujours que les vrilles éprouvent une accélération du mouvement à la suite de l'injection; quelquefois, celle-ci paraît n'exercer aucune espèce d'influence; c'est ce que j'ai observé sur nombre de vrilles à mouvement très lent, maintenues à une température assez basse (17° C.)

VII. Une très grande vrille, qui s'était développée dans la chambre, avait formé $1\frac{1}{2}$ spires épïnastiques, qui comprenaient environ les $\frac{2}{3}$ de la vrille; le troisième tiers, au sommet, était encore droit. Cette vrille ayant été injectée, les spires devinrent plus nombreuses et plus étroites; le tiers supérieur resta tout à fait droit. Le nombre des spires était:

		Accroissement.
Avant l'injection	$1\frac{1}{2}$	
7 minutes après	$2\frac{1}{2}$	1
45 " "	3	$\frac{1}{2}$
$4\frac{1}{2}$ heures "	$4\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$

On voit que l'accélération du mouvement, produite par l'injection, était très considérable.

VIII. Une vrille qui avait déjà fait $2\frac{3}{4}$ spires épïnastiques, mais dont le sommet était encore droit, fut injectée avec de l'eau. Au bout de $\frac{3}{4}$ d'heure elle montrait $4\frac{1}{4}$ spires, au bout de 4 heures $5\frac{1}{4}$ spires. Ainsi, dans les premiers $\frac{3}{4}$ d'heure, augmentation de $\frac{1}{2}$ spire, dans les $3\frac{1}{4}$ heures suivantes augmentation de 1 spire. L'accélération par l'injection était donc évidente.

Conclusion.

Au début de l'enroulement épïnastique, l'injection d'eau a pour conséquence une accélération passagère du mouvement.

B. MOUVEMENTS D'IRRITATION.

δ. Mouvement produit par le frottement, etc.

IX. Deux vrilles furent irritées par le frottement à la face inférieure, puis injectées d'eau immédiatement après. Il en résulta un enroulement rapide, le nombre des spires étant:

	No. 1.	No. 2.
au bout de 1 minute	$2\frac{1}{4}$	4
" " " 4 minutes	$4\frac{1}{4}$	$5\frac{3}{4}$
" " " 40 "	5	13.

Le n°. 1 fut alors plasmolysé, opération qui lui fit perdre $2\frac{1}{4}$ spires; les $2\frac{3}{4}$ spires restantes étaient plus larges qu'avant la plasmolyse. L'enroulement rapide, par suite de l'injection, avait donc été accompagné d'un allongement permanent.

X. Une vrille très irritable, tout à fait droite, sauf un léger contournement au sommet, fut excitée par le frottement d'une tige métallique, qu'on passa dix fois sur sa face inférieure; la vrille s'enroula très rapidement sous cette action. Quelques minutes plus tard, elle fut injectée d'eau; le nombre des spires varia alors de la manière suivante:

avant l'injection	$2\frac{1}{4}$
3 minutes après	$2\frac{3}{4}$
20 " "	$4\frac{3}{4}$
60 " "	5.

Le nombre des spires augmenta donc beaucoup plus fortement que cela n'eût été le cas en l'absence de l'injection. La plasmolyse fit voir que, des cinq spires formées, $2\frac{1}{2}$ provenaient d'un allongement permanent et les $2\frac{1}{2}$ autres de l'extension par turgescence.

XI. Une vrille, coupée avec toutes ses branches latérales, et que des causes accidentelles avaient irritée durant le transport du jardin au laboratoire, fut injectée immédiatement après. La vrille principale avait environ 20 cm. de longueur, les deux plus grandes vrilles latérales mesuraient respectivement 9 et 6 cm. Avant l'injection, elles étaient toutes les trois à peu près droites; aussitôt après l'injection, elles commencèrent à s'enrouler, à partir du sommet, en spires très étroites. Au bout d'un quart d'heure, le haut était entièrement enroulé sur une longueur de 5, 4 et 1 cm.; le reste était encore droit. Voici l'accroissement du nombre des spires.

	No. 1.	No. 2.	No. 3.
Avant l'injection	$\frac{1}{4}$	0	0
8 minutes après	$2\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$
10 " "	$4\frac{1}{4}$	1	—
15 " "	$6\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
25 " "	8	$2\frac{1}{2}$	—
40 " "	$9\frac{1}{4}$	—	1
$2\frac{1}{4}$ heures	12	—	$1\frac{1}{4}$

Le n° 1 est la vrille principale, les n°s 2 et 3 sont les vrilles latérales.

Lorsque la vrille n° 2 eut atteint $2\frac{1}{2}$ spires, elle fut plasmolysée, ce qui lui fit perdre 2 spires.

Les n°s 1 et 3 restèrent dans l'eau; la vrille n° 3 y perdit, dans l'espace de 20 heures, toutes ses spires et devint droite; la vrille principale en perdit 4 et en conserva 8.

Conclusion.

Les courbures provoquées par le frottement augmentent très considérablement à la suite de l'injection.

ε. Enroulement autour de supports.

XII. Des plantes en pots, qui se trouvaient depuis une couple de jours dans le laboratoire, avaient produit, le 9 août, un grand nombre de vrilles droites. Je plaçai derrière celles-ci, à peu de distance de leur sommet, des fils de fer de 2 mm. d'épaisseur, sur lesquels je les laissai s'enrouler. Au bout d'un temps plus ou moins long, les vrilles furent coupées et injectées avec précaution.

Le n°. 1 avait fait, en 10 minutes, $3\frac{1}{3}$ spires lâches autour du support. Par l'injection, le nombre de ces spires augmenta comme il suit:

au bout de 8 minutes	jusqu'à	$4\frac{1}{2}$ sp.
" " " 12	" "	$6\frac{1}{4}$ "
" " " 18	" "	$7\frac{1}{2}$ "
" " " 35	" "	10 "
" " " 70	" "	12 "

Ensuite, le mouvement devint rétrograde, et la vrille présenta :

au bout de 2 heures	9 sp.
" " " 4	$6\frac{1}{2}$ "
" " " 5	6 "

Le n° 2, en $\frac{1}{2}$ heure, avait fait 1 spire et $\frac{1}{4}$ autour de son support; la vrille fut alors injectée. Nombre des spires:

au bout de 3 minutes	$1\frac{3}{4}$
" " " 18 "	$3\frac{1}{4}$
" " " 40 "	$3\frac{1}{2}$.

La vrille commença alors à se dérouler, et au bout de trois heures elle était redevenue droite.

Le n° 3, en $\frac{1}{2}$ heure, avait aussi fait 1 spire et $\frac{1}{4}$ autour du support; l'injection porta le nombre des spires, en $\frac{1}{2}$ heure, à $3\frac{1}{2}$, après quoi la vrille rétrograda et redevint droite au bout de quatre heures.

La vrille n° 4 avait fait $\frac{1}{2}$ spire autour du support lorsqu'elle fut injectée. Nombre des spires:

au bout de 20 minutes	$7\frac{1}{4}$
" " " $1\frac{1}{2}$ heures	$7\frac{3}{4}$
" " " 3 "	6.
" " " 5 "	$4\frac{1}{2}$
" " " 8 "	3

Dans tous ces cas, l'injection avait donc eu pour effet une accélération très considérable du mouvement; celui-ci est d'abord si rapide qu'on peut très facilement le suivre à l'œil, puis il se ralentit graduellement. Au bout de quelque temps il s'arrête, et comme l'irritation a aussi cessé d'agir depuis que l'injection a eu lieu, la vrille se redresse peu à peu, tantôt complètement, tantôt seulement en partie. Cette dernière circonstance dépend naturellement de l'âge de la vrille.

XIII. Des vrilles toutes droites, de plantes en pots dans l'appartement, furent mises le 13 août, à 21° C., en contact pendant trois minutes avec des fils de fer; elles se courbèrent autour des fils et furent alors coupées et immédiatement injectées avec de l'eau. Nombre des spires:

	No. 1.	No. 2.	No. 3.
avant l'injection	1	1	$\frac{3}{4}$
1 minute après	2	$2\frac{1}{4}$	1
20 minutes „	$5\frac{3}{4}$	$5\frac{1}{2}$	4
5 quarts d'heure après	6	$4\frac{3}{4}$	$3\frac{3}{4}$
5 heures „	$2\frac{1}{2}$	—	—.

Au bout de 5 quarts d'heure, les vrilles n° 2 et n° 3 furent plasmolysées, ce qui ne leur fit perdre respectivement que $2\frac{3}{4}$ et $1\frac{1}{2}$ de leurs spires; celles-ci reposaient donc en partie sur un changement permanent.

La vrille n° 1, qui resta dans l'eau, continua à s'enrouler et présentait, au bout de 24 heures, 13 spires épinastiques.

L'injection avait donc eu pour résultat un accroissement considérable des courbures. Sans l'injection, une fois le support enlevé, ces courbures n'auraient augmenté que lentement et faiblement, par l'effet de l'action consécutive. Après un temps plus ou moins long, l'action de l'irritation et celle de l'injection cessent, et les vrilles commencent à se redresser lentement, tout comme elles l'auraient fait en l'absence de l'injection.

XIV. Deux vrilles droites furent prises au jardin, mises pendant 5 minutes en contact, par leur côté postérieur et à une couple de centimètres de distance de leur sommet, avec un mince fil de cuivre, puis injectées immédiatement. Nombre des spires :

	No. 1.	No. 2.
Avant l'injection	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
5 minutes après	1	—
8 „ „	2	$\frac{3}{4}$
9 „ „	3	—
10 „ „	$3\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$
14 „ „	5	—
22 „ „	7	$1\frac{1}{4}$
42 „ „	—	$1\frac{1}{2}$.

Au bout de 22 minutes, la vrille n° 1 fut placée dans une

solution concentrée de sel marin, où elle perdit 4 de ses 7 spires. La vrille n° 2, restée dans l'eau, se déroula en quelques heures jusqu'à $\frac{1}{4}$ de spire, après quoi elle recommença à s'enrouler épinastiquement.

On voit que l'injection avait augmenté la courbure, et même très fortement dans le n° 1. En outre, on voit que les courbures sont passagères, en ce sens que la vrille, maintenue dans l'eau, peut de nouveau s'étendre ultérieurement; que néanmoins (témoin le n° 1) elles s'accompagnent d'un allongement qui persiste après la plasmolyse.

XV. Deux vrilles de plantes d'appartement formèrent autour de gros fils de fer, en une heure environ, respectivement $\frac{3}{4}$ et $2\frac{3}{8}$ spires, qui étaient étroitement appliquées au support. Arrivées à ce point, elles furent injectées. Nombre des spires:

	No. 1.	No. 2.
Avant l'injection	$\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{8}$
$\frac{3}{4}$ d'heure après	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$
4 heures „	$\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$
20 „ „	7	11.

Ainsi, immédiatement après l'injection, incurvation rapide; ensuite, d'abord diminution, puis de nouveau augmentation du nombre des spires, celle-ci par suite d'épinastie.

XVI. Des vrilles de plantes en pots s'enroulèrent autour de supports et reçurent alors une injection d'eau (13 août). Nombre des spires

	No. 1.	No. 2.
Avant l'injection	1	$3\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$ heure après	3	14

Toutes les deux furent ensuite plasmolysées dans une forte solution de sel; au bout de 20 heures, le nombre des spires était réduit, dans le n° 1, à 1 spire, dans le n° 2, à 7 spires.

L'injection avait donc déterminé une rapide augmentation du

nombre des spires; ces spires provenaient en grande partie de l'extension par turgescence, mais, quant au reste, d'un allongement permanent.

XVII. Une vrille droite, prise au jardin et placée dans un verre d'eau, fit, en 1 heure $\frac{1}{2}$ environ, $4\frac{1}{4}$ spires autour d'un fil de cuivre épais de 3 mm. L'injection ayant alors été pratiquée, le nombre des spires s'éleva en 10 minutes à $5\frac{1}{2}$, en 50 minutes à $8\frac{1}{2}$. Par la plasmolyse, la vrille ne perdit que $3\frac{1}{2}$ de ces spires; 5 persistèrent.

Le résultat est le même que dans les autres expériences.

XVIII. En dernier lieu, j'ai injecté de l'eau dans un certain nombre de vrilles qui avaient saisi un support et s'étaient enroulées en spires entre ce support et leur base. Comme elles présentaient des points de rebroussement, j'indiquerai le nombre des spires par plusieurs chiffres successifs; le signe + marque la position des points de rebroussement, le premier chiffre a rapport aux spires situées entre la base et le premier point de rebroussement.

Une jeune vrille fut injectée le 30 août. Nombre des spires avant l'injection: $1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{4}$; au bout de 20 minutes: $2 + 2 + 1\frac{3}{4}$; au bout de 4 heures: $2 + 2 + 2$.

Une jeune vrille, un peu plus âgée que la précédente, et comptant $5 + 7$ spires, fut injectée; le nombre des spires s'éleva en 8 minutes à $5 + 8$, et resta alors le même pendant 1 heure $\frac{1}{2}$ (29 août).

L'injection fut pratiquée sur plusieurs vrilles âgées, offrant les nombres de spires suivants:

N ^o . 1.	$6\frac{1}{2} + 5\frac{1}{2}$
„ 2.	$5 + 6$
„ 3.	$6 + 6\frac{1}{2}$
„ 4.	$2 + 2$
„ 5.	$4\frac{1}{2} + 3 + 2$.

Ni immédiatement après l'injection, ni dans le cours de quelques heures, ces vrilles ne montrèrent de changement quant au nombre de leurs spires.

Cette expérience nous apprend donc que, dans les vrilles jeunes, toutes les spires, depuis le support jusqu'à la base, augmentent légèrement à la suite de l'injection; dans les vrilles un peu plus âgées, l'augmentation ne porte que sur les spires de la partie la plus jeune de la vrille; chez les vrilles âgées, l'injection n'a pas d'influence sensible.

Conclusions.

1. Les courbures que les vrilles forment autour des supports augmentent par l'injection, tantôt plus, tantôt moins, le plus souvent très fortement. Aussitôt après l'injection, les mouvements des vrilles sont d'ordinaire directement perceptibles.

2. L'augmentation en question est temporaire; au bout d'un temps généralement court, les vrilles commencent à se détendre.

3. Les courbures dépendent toujours en partie d'une extension par turgescence, en partie d'un changement qui persiste après la plasmolyse.

4. Les spires formées entre le support et la base de la vrille augmentent par l'injection tant qu'elles sont récentes, mais non lorsqu'elles sont plus anciennes.

ζ. Mouvement rétrograde après l'enlèvement du support.

XIX. Le 14 août, par une température de 20° C, deux vrilles droites, admirablement développées sur des plantes en pots, dans l'appartement, furent mises en contact de la manière ordinaire avec des supports, consistant en fils de fer de 2 mm. d'épaisseur. Au bout de $\frac{1}{4}$ d'heure, les supports furent enlevés; le mouvement continua encore quelque temps, s'arrêta, puis reprit lentement en sens contraire; au beau milieu du mouvement rétrograde, on coupa les vrilles avec précaution, on les introduisit sous la cloche de la machine pneumatique, et on les injecta. Nombre des spires:

	No. 1.	No. 2.
Au bout de $\frac{1}{4}$ d'heure	$\frac{7}{8}$	2
" " " 25 minutes	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
" " " 45 "	1	$2\frac{1}{2}$
" " " 65 "	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$
" " " 1 h. $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$.

A ce moment eut lieu l'injection :

8 minutes après	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
15 " "	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
30 " "	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
1 h. $\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$.
2 h. $\frac{1}{2}$ "	0	0.

Les vrilles restèrent alors droites, jusqu'au moment où elles commencèrent à s'enrouler épinastiquement.

Conclusion.

L'injection n'avait donc été suivie d'aucune accélération du mouvement; au contraire, elle paraît l'avoir retardé.

C. INJECTION AVEC DES SOLUTIONS SALINES FAIBLES.

XX. Des vrilles droites, prises au jardin, furent injectées, sous la cloche de la machine pneumatique, avec une solution de chlorure de sodium à 5 pour cent. Immédiatement avant l'injection on les avait mesurées, en les appliquant sur une règle divisée; il en était résulté une irritation, par suite de laquelle elles avaient formé au sommet des spires étroites, qui s'effacèrent en partie après que l'irritation eut cessé d'agir. Nombre des spires :

	au bout de $\frac{1}{2}$ h.	au bout de 70 minutes.	au bout de 1 h. $\frac{1}{2}$.
N ^o . 1.	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$
" 2.	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
" 3.	$2\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$
" 4.	$\frac{1}{4}$	0	0
" 5.	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$.

Plus tard, en 20 heures environ, les nos 2 et 3 s'enroulèrent encore une fois, respectivement jusqu'à $2\frac{1}{2}$ et 2 spires.

XXI. Même sans l'injection à l'aide de la machine pneumatique, les vrilles qui ont été irritées par l'une ou l'autre cause présentent le phénomène de l'enroulement au sommet dans les solutions salines faibles. C'est ainsi que des vrilles droites formèrent :

Dans une solution à 4 ‰, en quelques jours, $4\frac{1}{2}$ et $3\frac{1}{2}$ spires au sommet.

Dans une solution à 5 ‰, en trois heures, 3 et 2 spires au sommet; le premier exemplaire, porté ensuite dans une solution à 20 ‰, n'y perdit que $1\frac{1}{2}$ de ses 3 spires.

Dans une solution à 7—8 ‰, le côté supérieur devient au contraire concave, de même que dans une solution à 20 ‰.

XXII. Trois vrilles, coupées au jardin, furent mises pendant peu de temps, à la température de 31° C, en contact avec un support; et une autre vrille (n^o 2), provenant d'une plante en pot, fut traitée de la même manière à 22° C. Après qu'elles eurent formé quelques spires autour du support, deux d'entre elles (nos 1 et 2) furent injectées sous la machine pneumatique avec une solution de chlorure de sodium à 1 ‰, les deux autres (nos 3 et 4) avec une solution à 2 ‰. Voici le nombre de spires des vrilles qui reçurent l'injection de chlorure de sodium à 1 ‰ :

	No. 1.	No. 2.
Avant l'injection	1	2
4 minutes après	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$
6 " "	$1\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$
17 " "	2	$3\frac{1}{2}$
40 " "	$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$
1 heure $\frac{3}{4}$ "	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$
4 heures $\frac{1}{2}$ "	$1\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{4}$
24 " "	6	11.

Le contact avec le support avait duré 10 minutes.

Dans le cas des nos 3 et 4, — injection de chlorure de sodium à 2 %, — le contact avec le support fut maintenu pendant 25 minutes. Nombre des spires :

	No. 3.	No. 4.
Avant l'injection	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{8}$
2 minutes après	$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$
25 " "	4	$4\frac{1}{2}$
1 heure $\frac{1}{2}$ "	4	$3\frac{1}{4}$
4 " $\frac{1}{2}$ "	$8\frac{1}{4}$	6
24 " "	14	11.

Les vrilles étaient restées fraîches et fermes dans les deux solutions. Cette expérience montre que l'injection d'une solution de sel marin à 1 et 2 pour cent accélère notablement l'incurvation autour d'un support, tout comme le fait l'injection d'eau pure. Les phénomènes ultérieurs sont aussi les mêmes que lors de l'injection avec l'eau: d'abord diminution des spires, puis de nouveau enroulement épinastique des vrilles.

L'action accélératrice des solutions salines est toutefois moindre que celle de l'eau.

Qu'il me soit permis de dire que des vrilles droites, placées dans une solution à 1 pour cent, ne changent pas d'abord de longueur, tandis que dans une solution à 2 pour cent elles se raccourcissent. Au bout de quelque temps, elles s'allongent dans les deux cas, par l'effet de l'accroissement.

XXIII. Deux vrilles, prises au jardin et placées dans de petits verres contenant de l'eau, furent mises, à la température de 31° C, en contact avec un support, autour duquel elles firent, en un quart d'heure, $\frac{1}{4}$ et $\frac{3}{8}$ de spire. Elles furent alors injectées d'une solution de chlorure de sodium à 4 pour cent. Nombre des spires :

	No. 1.	No. 2.
Avant l'injection	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
5 minutes après	$\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$
1 heure "	$\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$
4 heures "	$\frac{3}{8}$	0
20 " "	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$

L'injection avait donc eu pour conséquence une accélération du mouvement; à celle-ci succéda un mouvement rétrograde, et plus tard, chez le n° 2, de nouveau un commencement d'enroulement épinastique.

XXIV. Quatre vrilles droites, provenant du jardin et placées dans de petits verres cylindriques pleins d'eau, furent mises à 31° en contact avec un support; elles s'enroulèrent autour de celui-ci en $\frac{1}{2}$ —1 heure, après quoi elles reçurent sous la machine pneumatique une injection d'une solution de chlorure de sodium à 5 pour cent. Nombre des spires:

	No. 1.	No. 2.
Avant l'injection	1	$1\frac{5}{8}$
5 minutes après	$\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$
1 heure "	$\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$
3—4 heures "	0	1

	No. 3.	No. 4.
Avant l'injection	$\frac{3}{8}$	$3\frac{1}{4}$
3 minutes après	—	$4\frac{1}{4}$
10 " "	$\frac{1}{8}$	$3\frac{3}{4}$
2 heures $\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{8}$	3
20 " "	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$

A la fin de l'expérience, les vrilles nos 1 et 3 étaient assez molles, le n° 4 assez ferme.

Le résultat fut que chez les nos 1 et 3 la solution saline

diminua l'enroulement d'emblée et d'une manière permanente, tout comme l'eût fait une solution beaucoup plus concentrée, tandis que les vrilles 2 et 4 se comportèrent comme si elles avaient été injectées d'une solution plus faible; peut-être cette différence doit-elle être attribuée à ce que les vrilles n° 2 et 4, sous l'influence du support, s'étaient déjà courbées plus fortement que les nos 1 et 3.

Conclusions.

1. Dans les solutions de sel marin à 4—5 pour cent, les vrilles s'enroulent au sommet.

2. L'injection de solutions de sel à 1—2 pour cent accélère le mouvement autour d'un support, de la même manière que le fait l'injection d'eau.

3. Les solutions salines à 4 pour cent, et parfois celles à 5 pour cent, agissent d'une manière analogue, mais beaucoup moins fortement; dans la plupart des cas, la solution à 5 pour cent se comporte comme les solutions salines concentrées, c'est-à-dire qu'elle abolit la turgescence.

Ces faits gagnent en intérêt lorsqu'on considère que des vrilles non irritées, dans une solution saline à 2—2 pour cent, perdent une partie de leur turgescence et se raccourcissent, tandis qu'à 4—5 pour cent, chez de pareilles vrilles, la plasmolyse commence déjà dans les cellules du parenchyme.

Série II. Expériences sur les vrilles du *Cucurbita Pepo*.1. *Injection lors de l'extension épinastique.*

Deux jeunes vrilles, encore enroulées de manière à avoir le côté supérieur concave, furent coupées au jardin et injectées d'eau sous la machine pneumatique. Nombre des spires :

	No. 1.	No. 2.
Avant l'injection	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
1 heure $\frac{3}{4}$ après	2	1
3 heures $\frac{1}{2}$ „	1 $\frac{3}{4}$	1
7 „ „	—	1
24 „ „	1	0

L'injection d'eau avait donc eu pour résultat une accélération temporaire du mouvement.

2. *Injection lors de l'enroulement autour d'un support.*

Deux vrilles, qui, au jardin, venaient seulement de commencer à se courber autour d'un support, furent coupées et injectées sous la machine pneumatique. Nombre des spires :

	No. 1.	No. 2.
Avant l'injection	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$
1 heure $\frac{3}{4}$ après	$\frac{3}{4}$	1
3 heures $\frac{1}{2}$ „	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$
7 „ „	0	0

Si l'on considère qu'après l'enlèvement du support il n'y a toujours qu'une action consécutive faible, on voit que l'injection d'eau, dans les deux cas, a notablement augmenté la courbure. Après que l'influence de l'injection eut cessé, les vrilles redevinrent droites.

3. *Injection lors de l'enroulement autour d'un support.*

Trois vrilles, qui avaient fait au jardin un certain nombre de spires autour de supports, furent injectées. Nombre des spires :

	No. 1.	No. 2.	No. 3.
Avant l'injection	4	$1\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{4}$
1 heure $\frac{3}{4}$ après	$7\frac{1}{2}$	3	$7\frac{1}{2}$
3 heures $\frac{1}{2}$ " "	$8\frac{3}{4}$	3	$7\frac{1}{2}$
7 " " "	$8\frac{1}{2}$	$2\frac{5}{8}$	—
20 " " "	$6\frac{1}{2}$	1	—

Après l'injection, les spires devinrent plus nombreuses et plus étroites, mais elles ne s'étendirent pas sur une plus grande partie de la vrille; le sommet et la base restèrent droits. La vrille n° 3 fut plasmolysée au bout de $3\frac{1}{2}$ heures et ne perdit par cette opération que $1\frac{1}{2}$ de ses spires.

Dans ces trois exemplaires, l'accroissement de la courbure, à la suite de l'injection, fut très considérable.

Conclusions.

Dans le *Cucurbita Pepo*:

1° la force de turgescence, lors de l'extension épïnastique, n'est pas complètement saturée.

2° l'irritation produit temporairement une augmentation très considérable de la force de turgescence du côté supérieur de la vrille.

Série III. Expériences sur les vrilles de
Echinocystis lobata.

1. *Injection lors de l'enroulement épïnastique.*

Une vrille s'était enroulée, le côté supérieur devenant convexe, en larges spires sur toute sa longueur. Nombre des spires :

Avant l'injection	$3\frac{1}{4}$
45 minutes après	$4\frac{3}{4}$
1 heure	$5\frac{3}{4}$
" "	

L'injection avait donc eu pour effet temporaire une accélération considérable du mouvement.

2. *Injection d'une vrille courbée au sommet.*

Une vrille s'était, par suite du contact accidentel avec d'autres objets, courbée au sommet, de manière à y faire $\frac{3}{4}$ de spire. Injectée d'eau, elle changea sa courbure de la manière suivante :

Avant l'injection	$\frac{3}{4}$
20 minutes après	$1\frac{1}{4}$
1 heure	$1\frac{1}{4}$
2 heures	$\frac{1}{4}$
4 " "	0.

Le mouvement avait donc éprouvé d'abord un accroissement rapide, puis la vrille était redevenue tout à fait droite.

3. *Injection lors de l'enroulement autour d'un support.*

Une vrille d'une plante en pot avait fait, dans l'espace d'environ six heures, plusieurs spires très lâches autour d'un support; le sommet était encore entièrement droit. L'injection eut alors lieu. Nombre des spires :

Avant l'injection	$2\frac{7}{8}$
6 minutes après	$4\frac{1}{4}$
2 heures "	$4\frac{1}{4}$
5 " "	$8\frac{1}{4}$
20 " "	24.

L'injection avait donc eu pour conséquence d'abord une accélération très considérable du mouvement, ensuite une période de ralentissement. A la fin, l'enroulement épinastique se combina avec les spires déjà existantes.

Conclusion.

Les vrilles de l'*Echinocystis lobata*, qui dans le bourgeon ne sont pas enroulées hyponastiquement, se comportent, lors de l'enroulement épinastique et des mouvements d'irritation, exactement comme les vrilles du *Sicyos angulatus*, quant aux points examinés.

Conclusions générales.

Essayons maintenant de formuler les résultats empiriques généraux qui se déduisent de toutes les expériences ci-dessus décrites.

1°. *Tous les mouvements des vrilles sont passagèrement renforcés par l'injection d'eau*; seul le mouvement rétrograde, qui s'opère après l'enlèvement du support, fait exception à cette règle, dans le stade étudié.

2. Les vrilles droites, non irritées, restent droites après qu'on les a injectées d'eau.

3. L'accélération est beaucoup plus considérable pour les mouvements irritatoires que pour les mouvements épinastiques; les vrilles atteignent, après une irritation de courte durée, un beaucoup plus fort degré de courbure que cela ne leur eût été possible, dans les conditions données, en l'absence de l'injection.

Conformément aux considérations présentées au début de ce Mémoire, nous pouvons donc regarder comme démontré :

4°. Que la force de turgescence du parenchyme des vrilles, lors du redressement épïnastique, et plus tard lors de l'enroulement épïnastique, est en partie inactive.

5. Que les irritations provoquent tout à coup un accroissement très considérable de la force de turgescence, beaucoup plus considérable que ne l'indiqueraient les mouvements qui s'effectuent dans les circonstances ordinaires.