

QUELQUES OBSERVATIONS

CONCERNANT

L'INFLUENCE DE LA GELÉE SUR LES PLANTES TOUJOURS VERTES,

PAR

J. W. MOLL.

On sait que lorsque des tissus végétaux sont saisis par la gelée, la glace ne prend généralement pas naissance à l'intérieur des cellules. On la trouve au contraire soit à la surface de l'organe, soit dans les méats intercellulaires, et il peut même se former au sein des végétaux de grandes masses de glace, qui refoulent les tissus ambiants.

Quand les cristaux de glace occupent les méats intercellulaires de parties colorées en vert, on observe ordinairement un changement de couleur: au lieu de la teinte normale, d'un vert plus ou moins grisâtre, ces parties présentent alors une coloration verte plus foncée, parce que l'air interposé entre les cellules vertes a été remplacé par de la glace (ou peut-être aussi quelquefois par de l'eau). En outre, ces parties deviennent plus transparentes qu'elles ne le sont habituellement.

L'un et l'autre changement peuvent être aisément observés chez les feuilles à l'état de congélation, et le changement de

couleur est surtout accusé à leur face inférieure, où les espaces intercellulaires, comme on sait, sont très nombreux. Les feuilles ont alors le même aspect que si on les avait injectées, soit sous la machine pneumatique, dont l'action fait pénétrer l'eau dans les méats intercellulaires à travers les stomates, soit en chassant le liquide dans la tige, auquel cas les méats se remplissent par l'intermédiaire des faisceaux vasculaires.

Dans ces cas d'injection, toutefois, l'eau, introduite par les stomates ou par les nervures, vient toujours du dehors. A l'état de congélation, au contraire, les cellules du tissu ont elles-mêmes cédé du liquide, qui précédemment en faisait partie intégrante, mais qui maintenant forme des cristaux de glace dans les espaces intercellulaires. Il s'agit donc ici d'un phénomène tout autre que celui de l'injection, et auquel on peut convenablement donner le nom d'*infiltration*, employé en physiologie animale pour des phénomènes analogues.

Tout le monde a sans doute eu fréquemment l'occasion d'observer cette infiltration chez les plantes les plus diverses; nos végétaux à feuillage toujours vert, entre autres, la montrent sans aucune exception. Si le froid n'est pas très vif, que le thermomètre, par exemple, ne marque pas au-dessous de -3° ou -4° C., les feuilles de ces végétaux ne sont ordinairement pas d'un vert foncé uniforme à la face inférieure, mais seulement pointillées de vert foncé; c'est ce qui a lieu, notamment, chez le *Berberis fasciculata* et d'autres espèces du même genre, chez *Helleborus niger*, *Ilex aquifolium*, *I. balearica*, *I. scotica*, *Prunus lusitânica*, *Taxus baccata*, etc. A des températures plus basses, l'infiltration augmente ordinairement, de sorte que la face inférieure tout entière est alors uniformément colorée en vert foncé. Chez d'autres plantes, au contraire, un froid de -1° à -2° C est déjà suffisant pour rendre l'infiltration complète; telles sont, par exemple, *Aucuba japonica*, *Hedera Helix*, *Ilex laurifolia*, etc.

Chez quelques plantes, l'existence de l'infiltration échappe facilement à une observation superficielle. En pareil cas, on fait bien de mettre l'une à côté de l'autre une feuille gelée et une

feuille normale; la différence saute alors immédiatement aux yeux. Je mentionnerai ici deux exemples de ce genre. Le premier concerne les feuilles du *Pinus Strobus*. Une comparaison très attentive de feuilles gelées et de feuilles non gelées peut seule faire reconnaître que les premières sont, dans toute leur étendue, d'un vert plus foncé. Un autre exemple est fourni par le *Rhododendron ponticum*. A la vérité, les jeunes feuilles de cette plante sont assez souvent infiltrées d'une manière particulièrement nette et uniforme; mais les feuilles plus âgées, les feuilles adultes, qui résistent le mieux au froid de l'hiver, semblent, au premier coup d'œil, ne pas avoir changé de teinte par la congélation. On s'aperçoit toutefois promptement de son erreur, lorsqu'on institue la comparaison ci-dessus indiquée. A la face inférieure de la feuille, les nervures, et même leurs ramifications les plus délicates, sont colorées en vert beaucoup plus foncé que dans l'état normal, et le parenchyme aussi est finement pointillé de vert foncé.

Lorsque les parties végétales infiltrées dégèlent, et qu'elles n'ont pas été tuées du coup, le liquide repasse des méats intercellulaires dans les cellules, et en même temps la couleur normale reparait. C'est ce que Treviranus a vu arriver, même très rapidement dans une chambre chaude, chez le *Buxus sempervirens* et le *Saxifraga crassifolia* ¹⁾.

Outre l'infiltration, il y a encore un autre phénomène qui, chez différentes plantes à l'état de congélation, se manifeste d'une manière très frappante et est par suite généralement connu. Il consiste en ce que ces plantes laissent pendre leurs feuilles, comme si elles étaient fanées. Chacun peut observer ce phénomène en hiver sur l'*Euphorbia Lathyris*, et non moins nettement sur les *Aucuba*, *Hedera* et *Rhododendron*. Les feuilles aciculaires des *Pinus Strobus* et *excelsa* montrent aussi, d'après M. Hofmeister, des changements de direction à la suite de variations thermométriques. Lorsque la température descend jusqu'au

¹⁾ Treviranus, *Physiologie der Gewächse*, 1838, II. 2, p. 697.

point de congélation, dit cet auteur, les aiguilles deviennent flasques et pendantes ¹⁾).

Lors du dégel, les feuilles de toutes les plantes qui viennent d'être citées reprennent leur position normale, et même, chez l'*Euphorbia Lathyris*, ce retour s'opère d'une manière subite.

L'hiver dernier, j'ai eu l'occasion de faire quelques observations au sujet de ces deux phénomènes d'infiltration et de changement de direction des feuilles. J'avais été frappé, en effet, de la circonstance que la rapide disparition de l'infiltration et la position penchée des feuilles ne se trouvent décrites, l'une et l'autre, que comme des particularités propres à quelques plantes. Cela ferait croire que ces deux phénomènes sont des conséquences de dispositions organiques spéciales, dont ces plantes seraient dotées à l'exclusion des autres. Celui qui voudrait étudier les phénomènes en question devrait donc chercher d'abord à connaître ces particularités de structure de certains végétaux.

Une pareille interprétation des faits me paraissait toutefois invraisemblable. Il me semblait possible, au contraire, qu'ils fussent de simples conséquences de ces lois générales, mais imparfaitement connues, qui régissent la congélation et le dégel de tous les tissus végétaux. En ce cas, l'explication des phénomènes décrits ne pourrait être trouvée que par l'étude approfondie de ces lois, et il ne s'agirait plus de faire des recherches spéciales sur certaines plantes déterminées.

Mais, si cette manière de voir était fondée, il s'ensuivait que toutes les plantes sans exception, et non pas seulement un petit nombre d'entre elles, devaient montrer la rapide disparition de l'infiltration aussi bien que l'état de flaccidité des feuilles. Il était donc nécessaire, avant tout, d'éclaircir ce point, puisque cet éclaircissement seul pouvait indiquer la marche à suivre dans les recherches ultérieures. Lorsque les expériences exécutées à cet effet furent terminées, et que j'eus résolu en outre quelques questions étroitement liées à ce qui précède, l'hiver avait quitté

¹⁾ Hofmeister, *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, 1867, p. 279.

²⁾ Göppert, *Ueber die Wärme-Entwickelung in den Pflanzen*, 1830, p. 12 et 13.

nos contrées, de sorte que l'occasion de continuer les recherches me fit provisoirement défaut. Comme mes observations avaient toutefois répondu d'une manière tout à fait satisfaisante à la question capitale de la généralité des deux phénomènes susdits, je crois devoir communiquer dès à présent les résultats obtenus.

I. Sur la disparition de l'infiltration des feuilles gelées, lors du dégel.

Plus d'une fois j'avais remarqué qu'il suffisait de toucher un instant du doigt les feuilles infiltrées de certaines plantes toujours vertes, pour faire *immédiatement* disparaître, à l'endroit touché, la couleur vert foncé de la face inférieure, et la voir remplacée par la teinte normale. Les parties non touchées de la feuille restaient infiltrées.

Cette observation me conduisit à faire quelques expériences concernant la question de savoir si l'infiltration disparaît toujours avec une rapidité aussi surprenante lors du dégel de feuilles gelées de plantes toujours vertes, et si, par suite, le phénomène constaté incidemment par Treviranus sur une couple de plantes a une signification générale. A cette fin, des feuilles infiltrées de différentes plantes furent cueillies et portées sans retard dans une chambre où habituellement on ne faisait pas de feu, mais dont la température était pourtant au-dessus de zéro. On attendit alors, la montre à la main, l'instant où la teinte vert foncé de la feuille avait entièrement fait place à la teinte normale. En beaucoup de cas cela avait lieu presque instantanément, d'autres fois un peu plus de temps était nécessaire, mais toujours un très petit nombre de minutes suffisait pour que toute trace d'infiltration disparût, sans que jamais les feuilles eussent le moins du monde à souffrir de la rapidité du dégel.

Comme exemples, je citerai quelques-unes de ces observations.

La température du jardin étant de $-1^{\circ},7$ C., les feuilles de différentes plantes furent portées dans la chambre, où le ther-

momètre marquait $+ 9^{\circ}$ C. Chez l'*Aucuba japonica* et le *Cephalotaxus drupacea* l'infiltration était complètement disparue au bout de 15 secondes, chez l'*Ilex laurifolia* au bout de 30 secondes, et chez le *Hedera Helix* au bout de 1 minute. Des feuilles qui au jardin avaient été gelées par une température de $- 4^{\circ},5$ C. se comportèrent dans une chambre à $+ 4^{\circ},5$ C. de la manière suivante. Chez le *Berberis fasciculata* et le *Buxus sempervirens* la couleur vert foncé disparut en 1 minute, chez le *Thuia orientalis* en 2, chez le *Prunus lusitanica* en 4, chez le *Rhododendron ponticum* en 5 minutes. Les *Berberis integerrima*, *Helleborus niger*, *Ilex aquifolium*, *Ilex balearica*, *Ilex scotica*, *Pinus Strobus*, *Saxifraga rotundifolia* et *Taxus baccata* me donnèrent des résultats analogues.

Durant l'observation, les rameaux coupés n'étaient pas plongés dans l'eau; on ne les y mettait qu'après leur dégel. Feuilles et tiges restaient alors encore fraîches pendant plusieurs jours; dans aucun cas, le dégel ne leur avait causé le plus léger dommage.

Toutes les observations tendent donc à la conclusion suivante: *C'est un phénomène général, que l'infiltration produite par la congélation dans les feuilles des plantes toujours vertes disparaît en très peu de minutes lorsque la température se relève au-dessus de zéro.*

Une autre question, concernant la disparition de l'infiltration, est celle de savoir si une raréfaction d'air se produit dans les espaces intercellulaires lorsque l'infiltration disparaît brusquement et que le liquide épanché rentre dans les cellules. Cette question mérite de nous arrêter un instant, car sa solution peut nous apprendre si le volume des feuilles soumises à la congélation diminue lors de l'infiltration, et cette connaissance évidemment n'est pas dépourvue d'intérêt au point de vue de l'explication mécanique de la position pendante des feuilles gelées, phénomène sur lequel nous reviendrons plus loin.

A priori, une diminution de volume n'a rien d'improbable, puisqu'on sait que les pétioles des feuilles, par exemple, se

raccourcissent lors de la congélation ¹⁾). Voici comment des expériences, analogues à celles qui viennent d'être décrites, mais sous une forme modifiée, peuvent jeter du jour sur ce point.

Lorsque l'infiltration se produit, le volume des cellules du tissu gelé diminue, car elles perdent du suc, qui passe dans les méats intercellulaires. Quant à ces méats eux-mêmes, il est difficile de décider à priori ce qui doit leur arriver sous ce rapport. Leur volume pourrait, si les parois des cellules se plissent, augmenter tout autant que celui des cellules diminue. L'infiltration n'aurait alors pas pour conséquence de chasser l'air contenu dans les espaces intercellulaires, et la feuille, considérée dans son ensemble, conserverait intact son volume primitif.

La réduction de volume des cellules pourrait aussi n'être accompagnée d'aucun changement de grandeur des espaces intercellulaires, ou bien le volume de ceux-ci pourrait décroître. Dans l'un et l'autre cas, le volume total de la feuille deviendrait naturellement plus petit. En même temps, une partie de l'air des espaces intercellulaires devrait faire place à du liquide et par conséquent s'échapper des feuilles par les stomates. Si alors, à la suite du dégel, le tissu revenait à son état initial, une raréfaction de l'air devrait avoir lieu dans les espaces intercellulaires.

En supposant qu'on puisse démontrer la réalité d'une pareille raréfaction lors du dégel, il sera donc permis, réciproquement, d'en conclure la diminution de volume des feuilles à l'état de congélation.

Pour résoudre cette question, il suffit de laisser dégeler dans l'eau des feuilles gelées et infiltrées. S'il en résulte une raréfaction de l'air dans les espaces intercellulaires, de l'eau pourra naturellement s'introduire par les stomates, et cette injection se décèlera par l'apparition de la teinte vert foncé, surtout à la face inférieure des feuilles.

Il est une circonstance, toutefois, dont il faut tenir soigneusement compte dans le jugement à porter sur le résultat de ces

¹⁾ Sachs, *Handbuch der Experimental-physiologie*, 1865, p. 63.

expériences. Beaucoup de feuilles, en effet, offrent une très grande résistance à l'injection par les stomates, de sorte que sous la machine pneumatique, même avec une raréfaction notable, le phénomène ne se manifeste qu'à un faible degré, ou fait entièrement défaut. L'expérience suivante en a fourni la preuve. Un grand nombre de feuilles de différentes plantes furent placées, immergées dans l'eau, sous la cloche de la machine. On épuisa alors jusqu'à ce que la pression ne fût plus que de 7 centim. de mercure. L'accès de l'air ayant ensuite été rétabli, il se trouva que les feuilles de l'*Ilex aquifolium* n'étaient un peu injectées que çà et là; parmi celles du *Taxus baccata*, quelques-unes étaient entièrement injectées, mais la plupart ne l'étaient pas du tout; des feuilles du *Hedera Helix* et du *Buxus sempervirens*, quelques-unes seulement étaient injectées sur une petite partie de leur étendue, etc.

Lors du dégel dans l'eau, on ne doit donc s'attendre qu'à une injection partielle, voire nulle en certains cas, même si la raréfaction de l'air est un phénomène constant.

Sous cette réserve, le résultat des expériences a confirmé nos prévisions. Ces expériences ont porté sur: *Aucubà japonica*, *Cephalotaxus drupacea*, *Hedera Helix*, *Ilex aquifolium*, *Ilex scotica*, *Prunus lusitanica*, *Taxus baccata*. Des feuilles de ces plantes, détachées au jardin par une température de -2° à -5° C., furent plongées dans de l'eau de $+5^{\circ}$ à $+20^{\circ}$ C.; par suite de cette immersion, l'infiltration disparût très rapidement, le plus souvent en peu de secondes. Chez le *Hedera*, les deux espèces d'*Ilex*, le *Prunus* et le *Taxus*, il y eut en même temps injection. Parfois toutes les feuilles d'un rameau étaient, à la face inférieure, d'un vert plus foncé, d'autres fois cela ne s'observait que chez quelques-unes. Constamment, toutefois, l'injection était bornée à une partie de la feuille. Dans la plupart des cas, la teinte vert foncé n'était répartie que par taches relativement petites, rarement elle couvrait la moitié de la surface.

On pourrait croire que la couleur vert foncé observée dans ces circonstances n'avait par pour cause l'injection, mais était

due à ce que le rapide dégel dans l'eau avait occasionné la mort partielle de quelques feuilles; car, dans les parties végétales tuées par la gelée, le suc cellulaire abandonne les cellules, définitivement, ce qui a pour conséquence que ces parties prennent également une teinte vert foncé. Cette opinion, toutefois, est facile à réfuter. En effet, après l'expérience, les feuilles plus ou moins injectées furent toujours plongées dans l'eau par leurs pétioles, pour faire l'objet d'une observation ultérieure. On reconnut ainsi, constamment, que la teinte vert foncé des parties injectées disparaissait peu à peu et que tout revenait à l'état normal. Souvent cela avait lieu dans l'espace de quelques heures, quelquefois seulement au bout de un ou deux jours. Ensuite, les feuilles restaient encore, pendant un laps de temps notable, parfaitement fraîches et saines.

Il n'est donc pas douteux que lors du dégel dans l'eau il y a souvent injection, et il suit de là que, *quand des feuilles gelées se dégèlent, l'air éprouve une raréfaction dans les espaces intercellulaires*. Ce résultat conduit, pour les raisons ci-dessus indiquées, à conclure: *que la congélation s'accompagne d'une diminution du volume des feuilles*.

II. Sur l'état pendant des feuilles gelées.

Une seconde série d'expériences a eu pour objet, ainsi qu'il a été dit, la position inclinée des feuilles à l'état gelé. J'ai déjà nommé quelques plantes toujours vertes sur lesquelles le phénomène est facile à observer. Par contre, il y a d'autres végétaux analogues, ordinairement à feuilles très raides et coriaces, chez lesquels on n'a jamais remarqué de pareils changements de direction, même par des froids très vifs. On peut citer, comme exemples, différentes espèces des genres *Ilex* et *Berberis*.

Je me suis demandé si les feuilles de ces plantes ne changent effectivement en rien leur direction, quand elles gèlent, ou si

elles éprouvent, comme les autres, un abaissement, mais si faible qu'il passe habituellement inaperçu.

La solution expérimentale de cette question fut rendue facile par la connaissance du fait ci-dessus communiqué, à savoir que l'infiltration disparaît très rapidement à la suite du dégel et que les feuilles reprennent alors entièrement leur aspect normal. Il était probable, d'après cela, que les feuilles pendantes, portées dans une atmosphère chauffée au-dessus de zéro, reviendraient aussi, en très peu de temps, à leur position ordinaire, et qu'ainsi on pourrait constater indirectement leur abaissement antérieur. Ce redressement rapide avait effectivement déjà été observé, comme je l'ai dit, chez l'*Euphorbia Lathyris*.

Quelques expériences préliminaires sur des feuilles d'*Aucuba* et de *Rhododendron*, qui pendaient presque verticalement, conduisirent bientôt au même résultat. Quand des branches de ces plantes étaient portées du jardin dans la chambre chaude, les feuilles reprenaient, en quelques minutes, leur position habituelle. Mais, avec des plantes dont les feuilles ne pendaient pas, on ne pût reconnaître de cette manière un changement de direction, pas plus qu'il n'était possible d'affirmer qu'un pareil changement n'avait pas eu lieu. Pour trancher la question, des précautions particulières étaient évidemment nécessaires. Voici comment je procédai.

Par un temps de gelée, des branches de différentes plantes étaient coupées, portées immédiatement dans la chambre, et solidement fixées à un support, dans une direction exactement semblable à celle qu'elles avaient eue sur la plante. Ensuite, une pointe métallique était amenée précisément en contact avec le sommet de la feuille que je voulais observer. Tout cela se faisait aussi rapidement que possible. Si alors, durant le dégel, la feuille se redressait, son sommet s'éloignait naturellement de la pointe métallique: de cet écart on pouvait donc conclure que la feuille avait subi un abaissement lors de la congélation.

De cette manière, il était possible d'observer des mouvements qui, sans une pareille disposition, seraient restés tout à fait

invisibles. En mesurant à de courts intervalles la distance entre le sommet de la feuille et la pointe métallique, on obtint pour le redressement de chaque feuille une série d'observations.

Comme, en outre, la longueur de la feuille était connue, j'avais les données nécessaires pour calculer trigonométriquement, à chaque observation, de combien de degrés la feuille avait tourné, depuis le début, autour de son point d'insertion. De ces dernières valeurs, je déduisais ensuite le nombre de degrés parcourus chaque fois par minute entre deux observations successives, en d'autres termes, la vitesse moyenne du mouvement d'une observation à l'autre.

Parmi les nombreuses expériences que j'ai exécutées ainsi sur différentes plantes, je me bornerai à en rapporter une avec quelques détails.

Une branche d'*Ilex aquifolium* fut transportée du jardin, où régnait une température de $-4^{\circ},4$ C, dans la chambre, où le thermomètre marquait $+5^{\circ}$ C. Le tableau suivant fait connaître le mouvement d'une feuille qui, au début de l'expérience, était étalée horizontalement et avait une longueur de 5 centimètres :

Au bout de:	Ascension du sommet de la feuille.	Rotation totale de la feuille.	Rotation par minute.
2 min.	1 millim.	1°	$0^{\circ},5$
3 "	3 "	$3^{\circ},5$	$2^{\circ},5$
5 "	8 "	9°	$2^{\circ},7$
7 "	12 "	14°	$2^{\circ},5$
10 "	15 "	17°	1°
12 "	16 "	$18^{\circ},5$	$0^{\circ},7$
18 "	16 "	$18^{\circ},5$	0

Dans toutes les autres expériences, le dégel a pareillement été accompagné d'un redressement des feuilles : aucune des plantes examinées n'a fait exception sous ce rapport. Pourtant, il y en avait plusieurs dont les feuilles, nullement flétries, ne pendaient pas sur la tige, mais conservaient une direction oblique, la pointe

dirigée vers le haut. Outre l'espèce déjà nommée, j'ai employé à ces expériences les plantes suivantes, pour chacune desquelles j'indique entre parenthèses la rotation totale de une ou plusieurs feuilles : *Aucuba japonica* (54°, 44°), *Berberis fasciculata* (7°), *Hedera Helix* (16°), *Helleborus niger* (17°, 27°), *Ilex balearica* (16°, 9°), *Ilex laurifolia* (30°, 23°), *Ilex scotica* (7°, 8°), *Pinus Strobus* (14°, 12°), *Prunus lusitanica* (24°, 17°, 31°), *Rhododendron ponticum* (40°, 25°), *Saxifraga rotundifolia* (9°, 15°).

Dans la plupart des cas, la température du jardin, au moment où l'on y coupait les branches, était comprise entre — 3° et — 5° C.; quelquefois elle était plus haute (jusqu'à — 1°), rarement plus basse (— 8° et — 12°). La température de l'appartement où se faisaient les expériences variait ordinairement entre + 3° et + 5° C.; une couple de fois seulement elle monta à + 8° ou + 9°. La durée des expériences, c'est-à-dire le temps dont les feuilles avaient besoin pour atteindre leur position la plus élevée, était variable et oscillait entre 7 et 30 minutes; la moyenne était 18 minutes.

Toutes ces expériences nous portent donc à conclure: *que les feuilles toujours vertes changent constamment de direction à la suite de la congélation, même là où ce changement n'est pas visible sans précautions spéciales.*

Au cours de l'expérience, les branches coupées n'étaient jamais plongées dans l'eau; mais elles l'étaient aussitôt après, et je voyais alors les feuilles rester longtemps encore fraîches, preuve que le dégel ne leur avait fait aucun tort.

Il n'y a pas lieu de s'étonner que le mouvement des feuilles, lors du dégel, exige un temps beaucoup plus long que la disparition de l'infiltration; car, en général, ce mouvement dépend surtout d'un changement de forme des pétioles, et ceux-ci, étant plus épais que les feuilles, se réchauffent plus lentement.

A l'aide des nombres qui expriment la rotation des feuilles par minute, nombres qui dans le tableau ci-dessus donné occupent la quatrième colonne, il est facile de construire des tracés graphiques, propres à l'étude des variations de la vitesse du

mouvement. Sur ces tracés on reconnaît, cela va sans dire, que la vitesse commence par augmenter, atteint un maximum, puis décroît. Mais j'ai vu, en outre, que dans la plupart des cas l'accroissement de la vitesse s'accomplit en un temps relativement court, tandis que le décroissement se fait avec beaucoup plus de lenteur, de sorte que le maximum ne correspond pas au milieu du mouvement, mais à un moment antérieur. Presque toujours aussi, la chute commence immédiatement après que le maximum a été atteint; celui-ci n'a donc qu'une durée très courte. Une des rares exceptions à cette règle est fournie par l'expérience ci-dessus communiquée, dans laquelle le maximum de la vitesse se maintint pendant trois minutes environ.

Avant de finir, je mentionnerai encore quelques expériences que j'ai faites pour résoudre la question, très importante au point de vue de la mécanique de ces phénomènes, de savoir si le changement de direction est uniquement dû à ce que les feuilles deviennent plus flasques, ou si d'autres facteurs, résidant dans la structure de la feuille, jouent ici un rôle essentiel. Il est clair que si la première alternative doit être adoptée, des branches soumises à la congélation dans une position renversée laisseront pendre leurs feuilles tout comme le font les branches dans la position droite naturelle. Lors du dégel, ces feuilles se relèveront aussi, mais en exécutant un mouvement qui, dans les circonstances ordinaires, serait un abaissement.

L'expérience était facile à exécuter. Des branches coupées et dégelées furent fixées verticalement, le sommet en bas, puis exposées à l'air extérieur, par un temps de gelée. Dès qu'elles se montrèrent gelées, et leurs feuilles infiltrées, on les reporta dans la chambre, où les changements ultérieurs de la position des feuilles furent observés exactement de la manière ci-dessus décrite. Toutes les expériences donnèrent le même résultat, à savoir, que les feuilles se relevaient à la suite du dégel; tel fut le cas, entre autres, pour l'*Aucuba japonica* (20°, 17°), le *Prunus lusitanica* (34°, 20°), le *Rhododendron ponticum* (10°, 17°).

Je conclus donc que la flaccidité des feuilles, dont les cellules

ont cédé de l'eau en gelant, est la cause principale, sinon unique, de la position penchée des feuilles à l'état de congélation.

D'après ce qui précède, l'inclinaison des feuilles gelées des plantes toujours vertes est une règle constante, et le phénomène doit donc être regardé comme une conséquence des lois générales qui régissent la congélation. L'explication doit s'en trouver, sans doute, dans la perte d'eau que l'abaissement de la température détermine dans les cellules, et qu'accompagne aussi une diminution du volume total des feuilles.

UTRECHT, 1^{er} juillet 1880.
