

61.
H. F. n. f. 168: (2, 11, 15, 19)

OBSERVATIONS

SUR

LA RESPIRATION ET LA STRUCTURE
DES OROBANCHES

et autres plantes vasculaires dépourvues de parties vertes.

THÈSE

PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS, POUR OBTENIR
LE GRADE DE DOCTEUR-ÈS-SCIENCES,

PAR CHARLES LORY,

Ancien élève de l'École Normale, agrégé des sciences physiques.



PARIS

IMPRIMERIE DE LACOUR,

Rue St-Hyacinthe-St-Michel, 33.

1847



8



11. F. 10. 8. 2. 10. 11

ACADÉMIE DE PARIS.

FACULTÉ DES SCIENCES.

MM. DUMAS, doyen,
BIOT,
FRANCOEUR,
MIRBEL,
PONCELET,
POUILLET,
LIBRI,
STURM,
DELAFOSSÉ,
LEFÉBURE DE FOURCY,
DE BLAINVILLE,
CONSTANT PREVOST,
AUGUSTE SAINT-HILAIRE,
DESPRETZ,
BALARD,
MILNE EDWARDS,
LEVERRIER,
CHASLES,

PROFESSEURS.

DUHAMEL,
VIEILLE,
MASSON,
PELIGOT,
DE JUSSIEU,

AGRÉGÉS.



OBSERVATIONS

SUR LA

RESPIRATION ET LA STRUCTURE

DES OROBANCHES

ET AUTRES PLANTES VASCULAIRES DÉPOURVUES DE PARTIES VERTES.



L'anomalie la plus frappante, parmi les végétaux phanérogames, est sans contredit celle que présentent les plantes entièrement privées de parties vertes : si la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles et tous les tissus verts est la source fondamentale du carbone contenu dans les plantes ordinaires, on se demande naturellement suivant quelle autre loi s'accomplit la végétation des plantes où la chlorophylle manque entièrement.

Ces plantes sont peu nombreuses parmi nos espèces indigènes et ne s'y montrent, en effet, que comme des exceptions éparses. La plupart sont indubitablement parasites, les unes sur les tiges et les rameaux (*Cuscuta*), les autres, sur les racines (*Orobanchées*). Quant au *Monotropa hypopitys* L. et au *Neottia nidus-avis* Rich., leur parasitisme est au moins douteux, et les recherches les plus récentes

tendent même à prouver qu'il n'est pas réel, ou au moins qu'il n'est pas permanent.

L'organisation de ces plantes a été étudiée récemment par d'habiles observateurs, qui y ont signalé un grand nombre d'anomalies, si l'on compare cette structure à celle des autres végétaux vasculaires. J'exposerai ici les résultats auxquels je suis arrivé sur la physiologie et l'anatomie de plusieurs d'entre elles; les espèces que j'ai eu l'occasion d'étudier n'étant pas toutes très répandues en France, j'ose espérer que ces observations seront accueillies avec indulgence par les botanistes.

J'ai porté surtout mon attention sur les plantes de la famille des orobanchées, et parmi elles j'ai pu examiner les espèces suivantes, recueillies dans les environs de Besançon :

Orobanche teucrii, Holl et Schultz, parasite sur le *Teucrium chamaedriss*;

O. galii, Duby, sur le *Galium mollugo* ;

O. major L. (*O. stigmatodes* Wimm et Schultz), sur le *Centaurea scabiosa* ;

O. brachysepala, Schultz, sur le *Peucedanum cervaria* ;

O. cruenta, Bert., sur le *Genista tinctoria* ;

Lathræa squamaria, L., sur les racines du charme.

Le *Neottia nidus-avis*, Rich., a fait aussi l'objet de quelques-unes de ces observations.

Ces espèces forment, je crois, un choix aussi varié que possible quant aux circonstances de leur végétation; les quatre premiers croissent sur les pentes méridionales des rochers calcaires les plus arides; l'*O. cruenta* recherche des lieux plus humides; et le *Lathræa squamaria*, le *Neottia nidus-avis* viennent dans des bois frais et ombragés. On verra plus tard qu'à ces différences d'habitation correspondent des particularités d'organisation assez importantes.

§ 1. — RESPIRATION DES OROBANCHÉES.

La manière dont ces plantes se comportent par rapport à l'air, ou par rapport à un mélange d'air et d'acide carbonique, est exactement ce que l'on pouvait prévoir en partant de l'absence de la chlorophylle.

A toute époque de leur végétation, toutes les parties de ces plantes, soit à la lumière solaire, soit dans l'obscurité, absorbent l'oxygène et dégagent à sa place de l'acide carbonique. L'exposition aux rayons directs du soleil n'exerce d'influence sur cette respiration, qu'en vertu de l'élévation de température, qui rend plus active encore la production d'acide carbonique.

Les expériences ont été faites en plaçant les plantes, fraîchement recueillies autant que possible, dans des ballons remplis d'air ou d'un mélange connu d'air et d'acide carbonique, fermés par des bouchons de liège fortement assujétis, et dont le col plongeait soit dans le mercure, soit dans l'eau. En tout cas, le vase était assez hermétiquement bouché, pour que le gaz ne pût pas sortir par dilatation et que le liquide ne pût pénétrer dans le ballon quand le volume venait à diminuer. Dans ces conditions, l'acide carbonique ne peut pas se perdre sensiblement par dissolution, tandis que, lorsque le récipient n'est pas bouché avec soin, il y a une perte considérable de ce gaz, et le résultat est toujours visiblement erroné.

Dans plus de trente expériences, faites pendant les mois de mai et juin, j'ai varié autant que possible les circonstances de température et de lumière, la composition de l'atmosphère du récipient, le rapport entre le volume de la plante et celui du gaz; enfin, j'ai pris les plantes à diverses périodes de leur végétation, depuis le moment où la tige sort de la terre, jusqu'au moment où la floraison est complètement passée.

La durée de chaque expérience était d'environ 36 heures; le ré

cipient était exposé soit à la lumière diffuse, soit de manière à recevoir le soleil durant l'après-midi. Il est clair que dans le premier cas seulement on a pu tenir compte de la température moyenne durant l'expérience.

Voici maintenant les résultats auxquels je suis parvenu :

1° Le volume du gaz dans lequel la plante est placée n'éprouve jamais que de très faibles variations, lors même que la majeure partie de l'oxygène est transformée en acide carbonique. Les irrégularités observées, à l'abri de toutes circonstances étrangères au phénomène respiratoire, sont tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, et tellement faibles qu'elles ne peuvent être prises en considération dans des expériences où la précision est à peu près impossible. J'ai placé les plantes dans un récipient fermé, d'un litre environ, muni d'un tube recourbé de volume négligeable, qui plongeait dans le mercure. En faisant les corrections convenables, je n'ai jamais trouvé une variation de niveau de plus de deux millimètres, lors même que l'expérience était prolongée pendant trois jours, jusqu'à convertir presque tout l'oxygène en acide carbonique. En moyenne, cette variation est tout-à-fait inappréciable.

2° L'analyse confirme ce premier résultat : la somme de l'oxygène et de l'acide carbonique reste, à très peu de chose près, invariable. l'azote étant supposé constant. Toutefois, il y a presque toujours une petite différence en moins. Indépendamment de toute erreur provenant de la solubilité de l'acide carbonique, ce résultat s'explique naturellement par deux causes : il y a toujours un peu d'azote dégagé, un peu d'oxygène absorbé ; deux causes qui agissent dans le même sens pour produire la différence en question, en maintenant à peu près la constance du volume total.

Dans un mélange d'air et d'acide carbonique, la plante se comporte de même que dans l'air ; mais naturellement, toutes choses égales d'ailleurs, elle détruit une moins grande quantité d'oxygène.

3° Dans une atmosphère d'hydrogène pur, les plantes non vertes

dégagent une forte proportion d'acide carbonique et un peu d'azote. Ainsi, comme on devait bien s'y attendre, le dégagement de ces gaz ne correspond point directement à l'absorption de l'oxygène; ils ne sont, comme dans la respiration des animaux, que les produits définitifs des réactions qui s'accomplissent dans les tissus.

4° L'élévation de la température active la respiration des plantes non vertes; quant à la chaleur solaire, elle n'a qu'une faible influence sur ce phénomène, et l'on peut croire qu'elle n'agit que par l'élévation de température qui accompagne nécessairement l'exposition aux rayons directs du soleil. Si quelques-unes de ces plantes, certaines orobanches, paraissent rechercher la lumière à l'époque de la floraison, c'est sans doute parce qu'elles ont besoin de la chaleur solaire pour favoriser la chaleur active qui s'établit dans leur épi floral.

A une température moyenne de 18°, l'*O. teucrii* en pleine fleur, placée dans l'air, détruit plus de quatre fois son volume d'oxygène en 36 heures, soit 4^{cmc}, 2 par gramme; ce qui équivaut à une perte de carbone de 2^{mgr}, 26 par gramme. Après la floraison, le phénomène devient bien moins intense; des tiges de la même espèce dont toutes les fleurs étaient flétries n'ont donné en 36 heures, par gramme, que 2^{cmc}, 68 d'acide carbonique.

La partie florifère de la tige, dans l'*O. brachisepala*, détruit dans le même temps, toutes choses égales d'ailleurs, 2 fois 1/3 autant d'oxygène que la partie non florifère de la même tige. La différence serait bien plus marquée encore si l'on comparait l'oxygène absorbé par les fleurs seules à celui que consomme le reste de la plante. Mais le mode de respiration n'en est pas moins le même à toutes les époques de la végétation et pour tous les organes de la plante.

Ainsi, la respiration des Orobanchées et des plantes non vertes en général se fait d'une manière précisément inverse de celle des plantes vertes, du moins pendant le jour. Pour rendre cette différence plus sensible, je rapporterai l'expérience suivante :

J'ai pris deux parts de même poids, 7^{gr}, 5, l'une d'*Orobanche teucrii*, en fleurs non encore épanouies, l'autre de tiges feuillées de *teucrium chamaedrrys*; elles ont été placées dans deux ballons égaux, de 220^{cmc} remplis d'un mélange de 6 vol. d'air et 1 d'acide carbonique et exposés à la lumière de 9 heures du matin à 3 heures du soir le lendemain, dans un lieu où elles recevaient le soleil l'après-midi. Au bout de ce temps, le gaz où était placé le *Teucrium* ne renfermait plus trace d'acide carbonique; tandis que celui où avait respiré l'*Orobanche* donnait à l'analyse :

Azote 100,
Oxygène 9,35,
Acide carbonique 37,75,

d'où l'on voit que la proportion d'acide carbonique avait considérablement augmenté, sensiblement de toute la quantité dont l'oxygène avait diminué.

Les plantes dépourvues de parties vertes ne font donc que céder incessamment à l'atmosphère une partie de leur carbone, avec une faible quantité d'azote et d'hydrogène. Loin d'y puiser les éléments de leur nutrition, comme les végétaux verts, c'est du sol qu'elles doivent tirer toute leur substance. De là sans doute la nécessité de leur parasitisme, certain du moins pour la plupart d'entre elles. Quant à celles dont le parasitisme est au moins douteux, le *Neottia nidus-avis*, le *Monotropa hypopitys*, n'est-il point permis de supposer qu'elles peuvent réorganiser à leur profit les produits *immédiats* de la décomposition des matières végétales, si abondants dans les lieux frais et boisés où elles viennent? N'en serait-il point en partie de même des vraies parasites, si développées souvent relativement à l'étendue de leurs points de contact avec la plante-mère, du *Lathræa squamaria* par exemple? Pour ces plantes, aussi bien que pour les cryptogames dépourvus comme elles de parties vertes, le parasitisme complet ou cette sorte de parasitisme indirect, est le seul mode de

nutrition que l'on conçoit. A quel état, sous quelle forme absorbent-elles les matières organiques, et quelles transformations leur font-elles éprouver, c'est ce qu'il reste à rechercher. J'essaierai du moins de montrer plus loin sous quelle forme elles les organisent principalement.

§ 2. STRUCTURE ANATOMIQUE.

Les points sur lesquels j'ai porté surtout mon attention sont :

- 1° La présence ou l'absence des stomates sur l'épiderme ;
- 2° La structure générale de la tige ;
- 3° La distribution de la fécule dans le tissu cellulaire des diverses parties de ces plantes.

Épiderme. — On admettait, il y a peu de temps encore, comme une règle générale que les plantes dépourvues de parties vertes étaient aussi dépourvues de stomates. Les observations de M. Duchartre ont déjà apporté à cette prétendue loi un certain nombre d'exceptions : il a reconnu des stomates sur les feuilles et la tige du *Lathræa clandestina*, sur l'*Orobanche eryngii*, (*Ann. sc. nat.* 1843 et 1845) ; mais il en a également constaté l'absence sur le *Monotropa hypopitys* (*Rev. bot.* 2^e année, p. 5).

Ces deux cas se sont aussi présentés parmi les plantes que j'ai examinées : le *Neottia nidus-avis* et le *Lathræa squamaria* sont généralement dépourvus de stomates dans toutes leurs parties, sauf l'ovaire chez ce dernier. Au contraire, les stomates sont *abondants*, sur presque tout l'épiderme, dans les cinq espèces d'orobanches que j'ai pu observer.

L'épiderme du *Neottia nidus-avis* est formé de cellules hexagonales ou prismatiques allongées, à parois minces, renfermant chacune son *nucleus* et des granules jaunâtres. En disant que cet épiderme manque généralement de stomates, je n'entends pas nier absolument la présence de ces organes ; sur le très grand nombre de

ambeaux que j'ai examinés, j'ai vu trois ou quatre stomates, et même une fois deux qui n'était pas distants de plus d' $\frac{1}{3}$ de millimètre, (sur la tige, au milieu de l'épi). Mais la présence de ces organes est si rare et si inconstante, que je crois pouvoir les regarder comme accidentels, et dire que *normalement* le *Neottia nidus-avis* manque de stomates.

Quant au *Lathræa squamaria*, je l'ai examiné avec d'autant plus de soin que l'absence des stomates m'y semblait extraordinaire, après les observations de M. Duchartre sur la clandestine. M. Schleiden avait même signalé ces organes chez le *Lathræa squamaria*, mais sans indiquer les parties où ils se rencontrent.

L'épiderme de cette plante est formé de cellules hexagonales aplaties, allongées sur la tige, et renfermant chacune, au moins dans toutes les parties jeunes, un *nucleus* et de petits granules jaunâtres. Sur l'ovaire il ne diffère pas sensiblement de ce qu'il est sur les organes foliacés, soit souterrains, soit aériens; mais il offre des stomates parfaitement caractérisés et assez nombreux pour que l'on soit sûr d'en rencontrer sur le moindre lambeau détaché de cette partie de la plante.

Ces stomates sont formés, comme à l'ordinaire, par deux cellules courbées en rein, mais remplies de grains ronds de fécule. Ils sont généralement groupés, par deux ou par trois, immédiatement accolés l'un à l'autre.

Quant aux autres parties du *Lathræa squamaria*, c'est en vain que j'y ai recherché ces organes; et surtout je n'en ai vu aucune trace sur l'épiderme, si facile à observer, des squammes charnues souterraines: ainsi leur ressemblance avec les squammes de la clandestine est loin d'indiquer une identité complète d'organisation.

J'arrive maintenant aux orobanches: les cinq espèces examinées, (et il en serait probablement de même des autres), se ressemblent beaucoup dans leur organisation. Quant aux stomates, on les rencontre abondamment chez toutes; il est très rare de trouver un lambeau

d'épiderme qui n'en renferme pas. On les trouve sur la tige, même dans les parties restées souterraines, sur les écailles-feuilles, les bractées, les sépales; sur les pétales, les étamines et l'ovaire, ils sont moins nombreux, mais ils se voient encore très facilement. Leur présence est donc encore bien plus générale que ne l'indique M. Duchartre sur l'*O. eryngii*. (*Ann. sc. nat.* 1845, et *Rev. bot.* 1^{re} année, p. 529).

Dans la partie supérieure de la plante au moment de la floraison, et en général sur les parties jeunes, les deux cellules qui forment le stomate sont remplies de grains ronds de fécule, souvent assez nombreux pour occuper toute la cavité. Mais dans le bas de la tige, où les stomates ne sont guère moins répandus que dans la partie supérieure, ils sont le plus souvent dégarnis de ces grains de fécule, en grande partie ou même en totalité. Ce fait répond, comme nous le verrons tout-à-l'heure, à la distribution générale de la fécule dans le tissu cellulaire sous-jacent.

Structure de la tige. — Je ne m'étendrai pas beaucoup sur la structure anatomique de la tige, parce qu'elle ne se rattache pas directement au sujet principal de ces observations, et surtout parce que les résultats auxquels je suis arrivé sont conformes à ceux que d'habiles observateurs ont déjà obtenus pour d'autres espèces voisines.

Ainsi la tige souterraine du *Lathræa squamaria* offre identiquement dans toutes ses parties, l'organisation que M. Duchartre a décrite dans celle du *L. clandestina*. La structure de l'axe florifère s'en distingue par un développement bien plus grand du système cellulaire central et un développement relatif moindre de l'enveloppe cellulaire corticale : la zone fibro-vasculaire tend à se distinguer plus nettement de la moëlle, sans qu'il existe cependant d'étui médullaire distinct, ni de trachées déroulables; mais les vaisseaux à spire continue non déroulable, passant aux vaisseaux réticulés, sont très abondants vers la partie interne de la zone ligneuse, tandis qu'ils

sont très rares dans les axes souterrains. Ces vaisseaux sont toujours d'un petit diamètre et les tours de leur spire non contigus, souvent très écartés. Plus en dehors se rencontrent des vaisseaux annulaires et de gros vaisseaux ponctués. Il n'y a aucune apparence de rayons médullaires, et la couche libérienne n'est point nettement séparée de la couche ligneuse.

Quant aux tiges des cinq espèces d'orobanches que j'ai examinées, elles ont toutes les mêmes caractères et ressemblent aussi complètement à celle de l'*O. eryngii* : je me bornerai donc à résumer les particularités intéressantes que présenteraient aussi probablement toutes les autres espèces de ce genre.

De dedans en dehors, la tige des orobanches présente :

1° Une moelle volumineuse ou tissu cellulaire central, à grandes cellules hexagonales, allongées dans le sens vertical : leur diamètre diminue rapidement vers l'extérieur ; elles deviennent étroites et très allongées et passent insensiblement aux fibres de la zone ligneuse. Ces cellules sont marquées de ponctuations obliques, régulièrement disposées en lignes spirales ; mais je n'ai jamais observé dans ces ponctuations la forme singulière d'∞ couché, signalée par M. Duchartre ; je n'ai vu que des apparences de cette forme, résultant de la position inverse de ces ponctuations sur deux faces opposées de la cellule.

La transition étant tout-à-fait insensible de la moelle à la zone ligneuse, il n'y a jamais d'étui médullaire, ni par conséquent de trachées véritables ; on ne voit non plus aucune trace de rayons médullaires.

2° La zone ligneuse, composée de cellules allongées à parois épaissies, groupées en faisceaux dans chacun desquels elles deviennent de plus en plus étroites et résistantes vers le centre, et entourent un paquet de vaisseaux annulaires et de fausses trachées.

Chacun de ces faisceaux présente une section triangulaire dont la pointe est tournée vers l'extérieur et forme ainsi saillie au milieu

de la zone corticale. Le diamètre des cellules augmente un peu et leur opacité devient moindre vers l'extérieur du faisceau; mais assez lentement pour que la transition soit brusque entre elles et les cellules de la zone suivante.

3° La zone cellulaire externe, composée de cellules hexagonales, allongées, moins régulières que celle de la moelle, dont le diamètre va en diminuant du milieu vers l'extérieur et surtout vers l'intérieur, mais dont les parois gardent toujours une faible épaisseur. Cette zone est recouverte immédiatement par la couche épidermique.

La structure de la tige dans les orobanches se résume donc très simplement ainsi : une zone fibro-vasculaire étroite, entre deux larges zones cellulaires, sans que rien puisse autoriser la distinction de cette zone moyenne en deux parties, l'une libérienne et l'autre ligneuse. Cette simplicité de structure est du reste en rapport avec le peu de temps que dure la végétation de cette tige.

Racines. — Les racines sont formées d'un faisceau fibro-vasculaire entouré d'une zone cellulaire épaisse et très féculente, comme je le dirai tout-à-l'heure, leurs vaisseaux sont presque tous des vaisseaux ponctués; les fausses trachées et les vaisseaux réticulés qui dominant dans la tige ne se montrent qu'en très petit nombre dans les racines.

Le bulbe plus ou moins renflé d'où partent ces racines n'est que la réunion confuse des divers faisceaux ligneux qui vont les former, reliés par une grande masse de tissu cellulaire lâche, contenant d'énormes grains de fécule. Ce bulbe est surtout remarquable dans les *O. major* et *cruenta*, parce que l'on peut y suivre nettement la racine ordinairement unique, mais volumineuse, qui vient se perdre dans son intérieur. Au point d'insertion, cette racine présente un bourrelet résultant du refoulement complet de l'écorce par le tissu cellulaire du parasite : les faisceaux ligneux, au contraire, pénètrent dans ce tissu et peuvent y être suivis sur plusieurs millimètres, quelquefois sur un centimètre d'étendue. Ils s'y divisent et se subdivi-

vent, en formant un plexus compliqué, dont toutes les ramifications sont enveloppées par le tissu cellulaire de l'orobanche; leurs dernières divisions se réduisent à des paquets de petits vaisseaux ponctués, presque sans accompagnement de fibres ligneuses. Quant à la question de la communication directe de ces vaisseaux et de ceux qui appartiennent en propre à l'orobanche, elle m'a paru fort difficile à résoudre d'une manière positive; en suivant aussi loin que possible les vaisseaux de la plante-mère, on voit souvent d'autres faisceaux vasculaires, qui lui sont évidemment étrangers, les couper sous toute sorte d'angles, s'enchevêtrer même avec eux; mais d'autres fois, et c'est le cas qui m'a semblé le plus fréquent, les dernières ramifications de la racine-mère se perdent au milieu d'un tissu particulier, purement cellulaire, et qui diffère par l'absence des grains de fécule, ou leur peu d'abondance, du tissu cellulaire extrêmement féculent qui forme la plus grande partie du bulbe. La communication par simple endosmose me paraît donc la plus probable entre l'orobanche et sa plante-mère.

Distribution de la fécule. — La fécule est abondamment répandue dans les plantes que nous venons d'étudier; c'est sous cette forme que semble s'organiser et s'amasser la matière nutritive dans toutes les parties qui ne sont pas arrivées à un état stationnaire. Mais dans les parties aériennes du végétal, dont l'existence est essentiellement passagère, cette matière se résorbe et disparaît dès que le développement complet est effectué; et c'est sans doute à ses dépens que s'entretient la combustion respiratoire.

Le tissu cellulaire des racines en contient constamment. Dans celles du *Neottia nidus-avis*, la couche cellulaire externe est peu féculente; mais les cellules internes sont toutes gonflées de grains ronds, d'un petit diamètre, très nombreux dans chaque cellule. Dans les racines de l'*O. major*, les cellules externes sont grandes et renferment des grains peu nombreux dans chacune, mais très gros; les cellules voisines du faisceau ligneux sont moins grandes, mais gon-

flées de grains plus petits et beaucoup plus serrés : mais les grains sont surtout gros et abondants dans le tissu cellulaire à grandes mailles qui forme la masse du bulbe, ordinairement très renflé dans cette espèce. Ces grains, dont la figure et la grosseur moyenne sont les mêmes dans les autres orobanches et dans le *Lathræa squamaria* ont la forme d'un œuf, légèrement tronqué au bout le plus étroit ; le hile est au centre de courbure de l'extrémité opposée. Le grand axe varie ordinairement de $\frac{1}{40}$ à $\frac{1}{30}$ de millimètre ; le petit axe, de $\frac{1}{78}$ à $\frac{1}{50}$; mais les gros grains des squammes du *Lathræa* et du bulbe des orobanches ont souvent plus de $\frac{1}{10}$ de millimètre de longueur, sur $\frac{1}{15}$ environ de largeur.

La tige souterraine du *Lathræa squamaria* et les feuilles charnues qu'elle porte, sont formées en majeure partie par le tissu cellulaire externe lâche et extrêmement riche en fécule ; les grains contenus dans le tissu des feuilles sont presque toujours très gros et chaque cellule n'en renferme le plus souvent qu'un, qui la remplit presque entièrement. Ils sont beaucoup moins gros dans la zone corticale de la tige. Quant à la moelle, elle renferme aussi des grains ronds, dont la plupart bleuissent par l'iode, mais ils sont plus petits encore et bien moins abondants.

Ainsi, les parties essentiellement souterraines sont toujours très riches en fécule ; quant à la tige aérienne, si on l'examine avant le développement complet, avant l'épanouissement des fleurs par exemple, on y trouve la fécule abondante dans tout le tissu cellulaire externe et même dans la moelle. Mais du moment où la floraison commence, la fécule disparaît rapidement dans toute la tige ; elle ne persiste à son sommet que tant qu'il porte encore des boutons non développés. Cette disparition de la fécule a lieu même indépendamment du dessèchement qu'éprouvent à l'air les tissus cellulaires des feuilles et de la tige ; car lors même que la partie inférieure de celle-ci reste enterrée assez profondément, elle perd sa fécule aussi rapidement que la partie exposée à l'air.

Cette résorption de la fécule est plus ou moins rapide et plus ou moins radicale, selon les espèces. Dans le *Neottia nidus avis* et le *Lathræa squamaria*, plantes des lieux frais et ombragés, la fécule est encore assez répandue dans la tige tant que dure la floraison : dans nos orobanches au contraire, qui croissent dans des lieux secs et exposés au soleil, la fécule disparaît rapidement et complètement. On le remarque surtout dans l'*O. teucree*, qui, plus petite que les autres espèces, a une surface proportionnellement plus grande, et dont la respiration est aussi la plus active : à l'époque de la floraison, le bulbe lui-même, assez volumineux par rapport à la plante, se flétrit et perd entièrement la fécule abondante qu'il renfermait. La même chose arrive souvent chez l'*O. brachysepala*.

A mesure que la floraison avance, il faut aussi pour retrouver la fécule, se rapprocher de plus en plus des parties où se concentre la végétation : c'est surtout dans les parois de l'ovaire qu'on la retrouve alors, aussi abondante pour le moins, et en grains aussi gros que dans les parties essentiellement souterraines : là, en effet, finit par se concentrer toute la vitalité aérienne de la plante.

La végétation des plantes dépourvues de parties vertes se compose de deux parties bien différentes : dans l'une, elles tirent de végétaux voisins, soit vivants, soit morts peut-être, des éléments de nutrition, qu'elles organisent surtout sous forme de fécule ; dans la seconde période, elles produisent une tige aérienne dont la végétation est toujours de peu de durée, et dont la fécule amassée ne fait que se transformer et se brûler en absorbant l'oxygène. Dans cette seconde période comme dans la première, la plante continue toujours à puiser sa nutrition dans le sol, et loin de rien emprunter à l'atmosphère, elle ne fait que perdre sans cesse du carbone par sa respiration.

NOTE. — Sans donner ici les chiffres concernant toutes les expériences que j'ai faites sur la respiration des orobanchées, je me con-

tenterai d'en rapporter quelques-unes, en choisissant de préférence celles qui portent sur une même espèce, prise dans les mêmes conditions de végétation ; je prendrai pour exemple l'*O. teucrii*, sur laquelle j'ai été à même de faire un grand nombre d'observations :

N° 1. — 8 juin. 7 heures du matin ; trois pieds en pleine fleur, pesant 10 grammes ; placés dans un ballon de 780^{cmc} d'air ; exposés à une lumière diffuse, faible, dans un lieu frais, dont la température moyenne a été 13° pendant l'expérience : au bout de 33 heures et demie, l'analyse du gaz a donné :

Acide carbonique.	2,9	}	100.
Oxygène.	17,7		
Azote.	79,4		

N° 2. — 22 juin, 8 heures du matin ; trois pieds entièrement fleuris, pesant 9^{gr}. 7 et portant 15 fleurs ; dans 750^{cmc} d'air ; lumière diffuse ; durée de l'expérience 33 heures, température moyenne 18° :

Acide carbonique.	3,3	}	100.
Oxygène.	17,6		
Azote.	79,1		

N° 3. — Une part exactement égale à celle de l'expérience précédente, c'est-à-dire de même poids, même nombre de pieds et même nombre de fleurs, placée dans le même volume d'air et pendant le même temps, mais en plein air, et recevant le soleil pendant l'après-midi :

Acide carbonique.	5,5	}	100.
Oxygène.	15,0		
Azote.	79,5		

N° 4. — Même jour et en même temps ; quatre pieds pesant 13^{gr}. 5, et aussi en pleine floraison ; dans 780^{cmc} d'air, pendant le même temps et à la même température moyenne que le n° 2, mais dans une obscurité complète :

Acide carbonique.	4,5	} 100.
Oxygène.	16,9	
Azote.	79,5	

N° 5. — *O. major*, deux pieds pesant 47 grammes et dont la floraison est à peine commencée; placés le 7 juin à 5 heures du soir, dans 759 ^{cmc} d'hydrogène pur; ils étaient cueillis depuis une demi-heure seulement. Au bout de 24 heures, par une température moyenne de 14°, le gaz a donné:

Acide carbonique.	5,52	} 100.
Oxygène.. . . .	0,00	
Hydrogène.	93,69	
Azote.. . . .	0,79	

Ces exemples confirment les résultats que j'ai indiqués : la comparaison des expériences des numéros 1 et 2 montre l'influence de l'élévation de température; celle des numéros 2 et 4 fait voir que l'obscurité ou la lumière diffuse sont indifférentes; car, dans les deux cas, les quantités totales d'acide carbonique produit sont sensiblement proportionnelles aux volumes des plantes employées; enfin, l'expérience numéro 3, indique que l'exposition à la lumière solaire n'agit que comme le ferait une élévation de température à laquelle la plante doit facilement arriver dans ce cas. Le dernier exemple fait voir que la plante placée dans une atmosphère exempte d'oxygène peut y dégager encore une quantité considérable d'acide carbonique; car elle s'élève ici à environ 44^{cmc}, c'est-à-dire à un volume presque égal à celui de la plante.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — PROPOSITIONS.

SUR LA CHALEUR PROPRE DES ÊTRES VIVANTS.

1° La différence qui existe sous le rapport de la chaleur propre entre les animaux à sang chaud d'une part, les animaux à sang froid et les végétaux d'autre part, amène une différence non moins sensible dans les effets que produisent sur ces deux classes d'êtres les variations de la température ambiante.

Chez les uns, la vie organique subit directement l'influence de ces variations, et l'hibernation n'est que l'effet le plus marqué de cette dépendance.

Chez les autres, il y a réaction contre les variations de la chaleur extérieure, et cette réaction paraît due à l'influence du système nerveux sur la vie organique. Aussi, dans les cas mêmes où cette réaction est trop faible pour maintenir le degré normal de température, chez les mammifères hibernants par exemple, c'est l'épuisement de l'activité nerveuse, l'affaiblissement de la vie animale qui paraît précéder la dépression de la vie organique; et l'hibernation est amenée par les mêmes causes que le sommeil ordinaire dont elle conserve même les caractères, à part sa durée et la profondeur de l'engourdissement.

2° Ces considérations tendent à montrer que le système nerveux exerce la plus grande influence sur la production de la chaleur, et en résumant les travaux qui ont eu pour but de déterminer les causes

de ce phénomène, on peut en conclure : que la chaleur animale est due aux phénomènes chimiques dont le sang devient le siège après l'absorption d'oxygène dans les poumons ; mais que ces actions ne s'accomplissent, dans le corps en général et dans chacune de ces parties, que sous l'influence de l'activité nerveuse.

3° Dans l'état normal, la distribution de la chaleur dans le corps d'un animal à sang chaud paraît dépendre des causes toutes physiques de refroidissement ; toutes les parties profondes ont sensiblement la même température ; et les différences signalées, par exemple entre les températures du sang artériel et du sang veineux, peuvent être fortement révoquées en doute ; pour l'homme par exemple, en supposant que toute la chaleur se produisît dans les poumons, elle n'échaufferait pas de plus d'un demi-degré le sang qui les traverse.

4° Mais dans des cas particuliers, le développement de chaleur dans le corps en général ou dans quelque-une de ces parties, peut être augmenté au point de produire une élévation notable de la température générale ou de la température locale ; et l'on peut remarquer que cela n'a lieu que sous l'influence d'une surexcitation extrême de l'activité nerveuse dans les parties où se manifeste l'élévation de température.

5° Le dégagement de chaleur doit exister chez les animaux à sang froid ; cependant, l'expérience est loin d'avoir démontré qu'il donne lieu chez tous à une élévation sensible de température : on peut même dire que ce n'est que dans des cas très particuliers que ce résultat a été constaté jusqu'à présent.

6° Quant aux phénomènes de la végétation, on doit en distinguer deux classes :

1. Ceux qui constituent de véritables phénomènes de réduction, comme la fixation du carbone et en général les phénomènes qui s'accomplissent sous l'influence de la lumière dans les parties vertes. *A priori*, au lieu de dégager la chaleur, les plantes doivent alors en

absorber ; et les résultats contraires obtenus par M. Dulong paraissent pouvoir s'expliquer par des causes toutes physiques, tenant aux circonstances mêmes de l'expérimentation.

2. Ceux qui se rapprochent des phénomènes chimiques de la respiration des animaux par l'absorption de l'oxygène et le dégagement d'acide carbonique ; tels sont les phénomènes de la germination et de la floraison, les seuls où l'on ait constaté positivement des exemples d'un dégagement de chaleur, qui dès-lors a la même origine que la chaleur animale.

GÉOLOGIE.

THÈSE. — Études sur les terrains secondaires des Alpes, dans les environs de Grenoble. — 1846.

PROPOSITIONS. — 1° Les bouleversements éprouvés par les terrains stratifiés postérieurement à leur dépôt se résument en deux grandes classes d'accidents :

Redressements et inflexions des couches sous les inclinaisons les plus variées (soulèvements, contournement, plissements, etc.).

Dislocations et ruptures brusques, suivant des surfaces à peu près planes, approchant plus ou moins de la verticalité, avec changement de niveau relatif des deux bords de ces fractures (*failles*).

2° Ces deux ordres d'accidents sont indépendants les uns des autres, quoique résultant d'une même cause générale; les forces qui les ont produits ont dû agir d'une manière précisément inverse.

Les premiers sont dus à des actions de refoulement, à-peu-près horizontales, qui ont comprimé latéralement les couches et les ont forcés à se plisser pour racheter par leurs inflexions l'espace qui leur était ôté dans le sens transversal.

Les failles sont dues à des actions d'étirement, qui ont produit dans le sol de vastes déchirures; ces fentes ont été généralement comblées par l'affaissement des divers lambeaux de terrain qu'elles avaient séparés. Presque toujours ce premier fait a été suivi d'un refoulement horizontal, qui a comprimé l'un contre l'autre les deux bords de la faille, et produit en ces points des bouleversements com-

pliqués, sensibles surtout pour le bord relativement abaissé de la faille.

3° Les caractères que présentent les bouleversements des couches dans les chaînes de montagnes sont incompatibles avec l'idée de soulèvements ou d'affaissements *locaux*, qui ne mettraient en jeu que des forces essentiellement verticales.

4° On ne peut attribuer même les refoulements horizontaux qui ont infléchi les couches à l'intrusion des roches ignées que l'on trouve en général vers l'axe des chaînes : ces roches, sous quelque forme qu'elles se présentent, en masses irrégulières, en coins, en dykes, en filons, n'ont fait que profiter des vides et des fractures, produits par les plissements et les failles, pour s'injecter et s'épancher à travers les terrains stratifiés.



Vu et approuvé par le doyen de la Faculté des sciences,
Paris, le 17 juillet 1847.

DUMAS.

Permis d'imprimer,

L'inspecteur général de l'Université,
Vice-recteur de l'Académie de Paris,

ROUSSELLE.
