

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE LA STRUCTURE ET DE LA FONCTION DES POILS.

— Dr. **Stevan Jakovljević** —
(Beograd)

On trouve dans presque tous les groupes des Spermaphytes, des espèces à l'épiderme couvert de poils. La plupart du temps cependant on sait peu de chose sur le rôle exact de ce système pileux. Il est superflu de dire que le rôle des poils doit être très varié, leur morphologie de même que leur répartition sur la plante même étant infiniment variées. En ne considérant que les poils non secrétants, on trouve dans la bibliographie fort peu de preuves expérimentales sur leur rôle exact, abstraction faite des explications téléologiques. Jusqu'à présent, ce ne sont que l'anatomie et l'écologie qui s'occupaient de l'étude des poils, la morphologie expérimentale n'abordant cette étude qu'occasionnellement. Ainsi, l'écologie attribue à ces poils le rôle de protection très varié (diminution de la vitesse de transpiration, diminution de l'insolation, défense mécanique ou chimique etc.).

Il est vrai toutefois que la structure morphologique et anatomique de *certaines* poils peut donner des indications intéressantes sur leur rôle. C'est bien le cas avec les poils-crampons et les poils servant à la défense mécanique. Chez les premiers, le sommet est recourbé, ou bien leur côté externe montre un grand nombre de crochets courbés en arrière de sorte qu'on sent une certaine résistance en passant avec le doigt sur la surface de la feuille ou de la tige couvertes de pareils poils. Les poils servant à la défense mécanique sont par contre très effilés au sommet, à surface glabre et à parois très épaisses, imprégnées de CaCO_3 .

Il y a cependant des cas où les données morphologiques et anatomiques ne suffisent point pour expliquer le rôle d'un poil; la preuve expérimentale s'impose dans ces cas. Ainsi N. Košanin a montré dans un travail (non encore publié) que le

revêtement pileux des feuilles de *Ramondia* fonctionne comme un système capillaire servant à la réception de l'eau. Il n'est pas douteux que de semblables recherches expérimentales chez d'autres plantes arriveraient à découvrir chez les poils des rôles que nous ne connaissons pas encore.

Enfin, la méthode expérimentale est également indispensable dans les cas où l'on a affaire à des poils imprégnés de CaCO_3 et où l'on voudrait savoir si ces poils servent primitivement à la défense mécanique ou bien comme dépôt d'excrétions inorganiques seulement. Ainsi j'ai constaté, en étudiant les cystolithes chez les Borraginées, que beaucoup de poils montrent des épaisissements cystolithiques remplis de CaCO_3 ; ces poils deviennent, par la suite, rigides et cassants. En enlevant complètement de la feuille ces poils déjà à l'état très jeune, j'ai constaté que le CaCO_3 , formé normalement à l'intérieur des poils, s'est déposé, en quantité considérable, dans les cellules palissadiques sous-jacentes, dont le fonctionnement s'est trouvé par la suite fortement entravé. On pourrait en conclure que les poils possédant de pareils épaisissements cystolithiques servent surtout comme dépôt d'excrétions inorganiques.

Le présent travail se borne aux trois types de poils: 1. poils servant comme lieu d'excrétion de matières inorganiques; 2. poils de défense; 3. poils-crampons.

Les poils du premier type sont d'une importance considérable pour le fonctionnement normal de la feuille, puisque c'est à l'intérieur de leurs cellules ou bien dans les épaisissements de leurs parois que se dépose l'excès de CaCO_3 . La conservation de ces poils, au moins pendant que le dépôt de CaCO_3 peut s'effectuer, est d'un grand intérêt pour la plante même. C'est pourquoi on trouve sur ces poils des mécanismes particuliers leur permettant de fléchir et, partant, d'éviter la rupture. Les poils des plantes cultivées dans le milieu liquide très pauvre en $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (0,03%) ne montraient point les épaisissements cystolithiques; les mécanismes de flexion non plus. Ceci fait ressortir la relation existant entre la quantité de CaCO_3 et les mécanismes mentionnés. En effet, CaCO_3 n'étant pas en excès, les épaisissements dans les poils font défaut; les mécanismes de flexion ne se forment pas non plus, les poils étant capables de fléchir grâce à leur élasticité naturelle.

Les poils-crampons se distinguent morphologiquement par leur sommet recourbé et par la surface couverte d'appendices en

crochet. On trouve de tels poils aussi bien sur la feuille et le fruit que sur la tige. Conformément à leur rôle, ces poils montrent des parois très épaisses et sont solidement attachés aux cellules épidermiques. Cependant leur attache à l'épiderme ne doit pas être si forte que le tissu sous-jacent subit une lésion au moment de la rupture du poil; elle doit être mesurée de la sorte que le poil se rompe ou se brise sans entraîner la lésion des tissus auxquels il est attaché.

Chez les poils de défense il n'y a point de mécanismes de flexion ou de rupture. Ils sont massifs, à parois très épaisses et imprégnées de CaCO_3 . En comparant ces poils à des poils servant comme dépôt d'excrétions inorganiques et possédant des mécanismes de flexion, on constate que :

1. Les poils dont les parois épaissies contiennent CaCO_3 deviennent *rigides* et *cassants*. Leur fragilité priverait la plante: *a)* de dépôt de CaCO_3 ; *b)* de moyen de défense que représente le poil même s'il ne contient pas de CaCO_3 . En effet, du fait que le poil se développe normalement même au cas où le CaCO_3 ne se dépose point à son intérieur, on peut conclure que son rôle primaire n'est point l'emmagasinement de CaCO_3 . Ce n'est qu'en se chargeant de ce dernier rôle que le poil a eu besoin de conserver, au moins localement, la propriété de flexion, et c'est par cette raison qu'il apparaît à la base d'un poil imprégné de CaCO_3 , des endroits flexibles.

2. Les poils servant à la défense mécanique se comportent d'une autre manière. Ils doivent avoir deux propriétés importantes: *a)* d'être non seulement rigides suivant toute leur longueur, mais encore d'avoir une attache solide avec les cellules épidermiques de la feuille; *b)* d'être effilés au sommet. Par leur première propriété ils se laissent nettement distinguer aussi bien des poils servant comme dépôt des matières inorganiques que des poils-crampons; par leur seconde propriété ils se distinguent des poils-crampons seulement.

Ce sont précisément les poils massifs, c. à d. les poils à parois très épaissies qui satisfont le mieux à ces conditions mécaniques. Cela veut dire que les poils doivent avoir la forme de cône massif à base très large et à sommet très effilé. En effet, on observe de tels poils sur la feuille de certaines plantes, et il est tout naturel de les considérer comme servant à la défense mécanique. On observe, en outre, que les cellules épidermiques en contact avec la base de tels poils présentent des mem-

branes épaissies, de sorte qu'elles forment ensemble avec le poil un véritable *système mécanique*. Sans vouloir examiner sa valeur physiologique resp. écologique, on peut dire qu'un tel système représente un bon moyen de défense mécanique. Il est bien probable qu'il sert également comme défense contre l'insolation et la transpiration excessives.

C'est bien la règle générale que la morphologie et l'anatomie d'un organe correspondent à la fonction de ce dernier. Or cette règle doit être également appliquée à des poils. En effet, la structure d'un poil doit avant tout rendre le rôle du poil possible, soit d'empêcher le poil de se briser, soit de le rendre capable de se rompre au moment propice et de protéger par cela même les tissus sous-jacents, lorsque le poil subit l'influence de la pression, de la flexion ou de la tension.

Pendant la situation n'est pas la même, quant à l'exactitude, lorsqu'on essaye d'expliquer la structure d'un poil par son rôle physiologique, comme dans le cas où l'on s'efforce de définir le rôle physiologique de l'organe par sa structure. D'après Sachs, une partie de la plante bien définie morphologiquement, peut avoir des fonctions très différentes. Il s'en suit que la nature morphologique d'un organe végétal n'est pas directement conditionnée par sa fonction, de même que la fonction de ce même organe ne doit pas toujours découler directement de sa structure morphologique. Ainsi les trachomes peuvent servir aussi bien à la protection du bourgeon qu'à la sécrétion, l'absorption etc. Il en résulte que l'explication du rôle basée uniquement sur la morphologie de ce dernier, n'a pas la valeur de l'exactitude mais plutôt de la possibilité ou de la probabilité-abstraction faite des cas où les données morphologiques et anatomiques sont en harmonie évidente avec la fonction, comme c'est bien le cas avec les poils-crampons.

On doit donc, pour expliquer le rôle physiologique d'un poil, chercher en premier lieu des preuves expérimentales, comme l'a fait Košanin pour le revêtement pileux des feuilles de *Ramondia* et comme nous l'avons fait pour les poils servant comme dépôt d'excrétions inorganiques.

Ce travail rend compte des résultats de mes recherches dans ce sens, entreprises sur les Borriginées et quelques autres plantes.

Il m'est un devoir agréable d'exprimer ici à mon Maître le Prof. N. Košanin toute ma gratitude pour les conseils précieux qu'il m'a prodigués au cours de mes recherches.

A. Poils comme lieu d'excrétion des matières inorganiques.

On sait que l'excès de CaCO_3 se dépose, chez beaucoup de Phanérogames, dans les poils. C'est bien le cas pour la famille des Borraginées. Des expériences faites avec un certain nombre de représentants de cette famille ont démontré que les poils peuvent se développer fortement sans qu'il s'y dépose CaCO_3 ; ce fait nous suggère l'idée que le rôle primitif de ces poils a été très probablement différent. Il est cependant hors de doute qu'ils servent actuellement comme centres dans lesquels, ou bien dans le voisinage desquels se dépose l'excès de CaCO_3 . Ce dernier apparaît sous deux aspects: ou bien à l'intérieur du poil, sous forme de grains et de concrétions irréguliers, ou bien il est impregné dans les épaissements de la membrane cellulaire, en partant presque toujours du sommet. Le poil, dans ce dernier cas surtout, devient rigide et cassant. Comme le lien entre le poil et les cellules épidermiques et celles du mésophyle est assez intime, on voit apparaître chez le poil des mécanismes particuliers dans le but probable de permettre la flexion de l'organe dans les différentes directions et, partant, d'empêcher le poil de se briser de même que le tissu sous-jacent de se déchirer au moment de la flexion du poil.

Ces mécanismes apparaissent d'habitude à l'endroit où la partie terminale du poil s'élargit en partie basale. A noter que dans la formation de ces mécanismes peuvent participer également les cellules épidermiques et même palissadiques.

Le cas le plus fréquent est celui où la paroi se scinde à l'endroit du contact avec la paroi des cellules épidermiques voisines.

Ce cas est réalisé chez *Anchusa officinalis*, *A. italica*, *Borrago officinalis* et *Pulmonaria mollissima*.

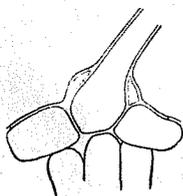


Fig. 1. *Anchusa officinalis*.

Chez *Anchusa officinalis* (fig. 1.) la paroi du poil, à l'endroit du contact avec la membrane externe des cellules épidermiques s'épaissit en anneau; dans cet épaissement annulaire il apparaît une cavité circulaire laquelle parfois envahit même la paroi latérale de la partie basale du poil. La coupe transversale de cette partie du poil se montre bifurquée; la branche interne sert comme support principal, tandis que la branche externe joue le rôle de l'appui. De cette façon, une plus grande stabilité de la partie

terminale du poil est atteinte, et un mécanisme formé qui permet la fléxion de l'organe dans toutes les directions. En effet, la cavité circulaire, lors de la fléxion du poil dans un sens ou l'autre, se dilate et se contracte alternativement.

Chez *Borrago officinalis* (fig. 2.), un canal circulaire placé à la limite des parties basale et terminale du poil frappe l'oeil. La scission de la membrane ne se limite pas au poil seul; les parois externes des cellules épidermiques voisines même sont scindées de sorte qu'il apparaît une vaste cavité circulaire laquelle se dilate ou se contracte suivant la fléxion du poil.

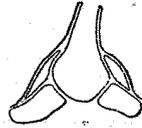


Fig. 2. *Borrago officinalis*.

Les parois du poil chez *Anchusa italica* (fig. 3.) sont bien plus épaissies. Chez cette espèce, CaCO_3 se dépose dans les épaississements de la membrane cellulaire de même que dans

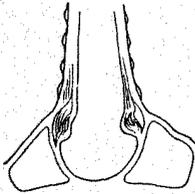


Fig. 3. *Anchusa italica*.

l'intérieur du poil. A l'endroit où commence la base du poil la membrane s'épaissit fortement et forme une saillie proéminente dans la lumière du poil. Dans cet épaississement il apparaît des cavités circulaires scindant la membrane en un grand nombre de lamelles minces. Tout ce système de lamelles rappelle un faisceau de verges qui peut facilement plier mais non pas briser. Si l'on fait fléchir le poil sous le microscope on aperçoit que les cavités entre les lamelles diminuent ou augmentent de volume.

Un pareil mécanisme est aussi réalisé chez *Lithospermum arvense*.

Cependant il y a des cas où le poil est épaissi suivant toute sa longueur, et même les épaississements s'impregnent de CaCO_3 . La fléxion du poil est alors rendue plus difficile. Dans ces cas, le mécanisme permettant la fléxion se trouve réalisé au voisinage de la partie basale du poil. Si la base même du poil est remplie d'épaississements ou de CaCO_3 , les cellules épidermiques voisines se chargent du rôle d'un mécanisme permettant la fléxion de l'organe. Ainsi dans *Cynoglossum officinale* (fig. 4.) les parois du poil sont très épaissies, même dans la partie basale. (Il s'agit des poils de la face supérieure de la feuille). Cependant on trouve au-dessous de la base du poil deux grands espaces intercellulaires rappelant deux

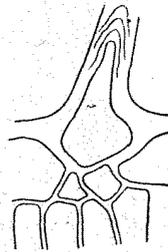


Fig. 4. *Cynoglossum officinale*.

ballons remplis d'air. Ces espaces permettent au poil de supporter la pression et en même temps d'exécuter la flexion dans les différentes directions. En effet si l'on fait mouvoir le poil sous le microscope, on constate que ces espaces diminuent de volume ou bien deviennent plus grands.

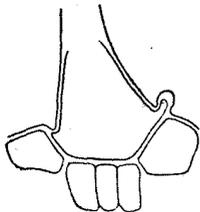


Fig. 5. *Heliotropium peruvianum*.

Chez *Heliotropium peruvianum* le lien entre la base du poil et les cellules palissadiques est assez intime (fig. 5.). C'est pourquoi le poil fléchit sous la pression précisément à l'endroit au-dessus de l'attache avec les cellules épidermiques, où se forme une espèce de charnière permettant à la partie libre du poil de se courber dans les directions différentes.

On observe chez *Myosotis alpestris* (fig. 6.) un mécanisme intéressant. La face inférieure des feuilles porte des poils dont la flexion est rendue possible grâce aux cellules épidermiques voisines. Ces cellules sont légèrement soulevées et leur paroi externe est courbée en coude, pendant que la paroi interne s'insinue sous la base du poil. La paroi latérale de la partie correspondante du poil s'engage dans l'intérieur de la cavité de ces cellules épidermiques voisines, de sorte qu'on voit réalisé une espèce de pied élastique à ressorts, permettant la libre flexion du poil. Pareil mécanisme s'observe aussi dans l'espèce *Lithospermum officinale* (fig. 7.).

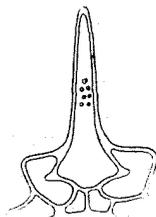


Fig. 6. *Myosotis alpestris*.

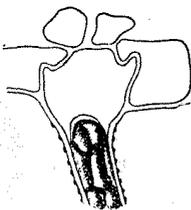


Fig. 7. *Lithospermum officinale*.

On trouve à la face inférieure des feuilles de cette plante un grand nombre de poils dont les parois, dans la partie supérieure, sont tellement épaissies et remplies de CaCO_3 que la cavité du poil se trouve complètement obstruée. En outre, les parois externes des cellules épidermiques voisines sont également épaissies. Cependant, les parois latérales de la base du poil sont restées minces, et ce sont elles qui permettent la flexion du poil, grâce à leur élasticité leur permettant de jouer le rôle des ressorts. Pareil cas se laisse également constater chez *Myosotis hispida*.

Chez *Myosotis sparsiflora* (fig. 8.) la lumière entière du poil peut être obstruée par les épaississements de la paroi disposés en couches. Un tel poil ne pourrait pas exécuter les mouve-

ments de flexion si les parois des cellules épidermiques voisines n'étaient pas minces et élastiques. Si le poil penche d'un côté, la membrane de la cellule épidermique du même côté s'incurve en dehors pour revenir à l'état primitif lorsque le poil se redresse ou bien penche du côté opposé.

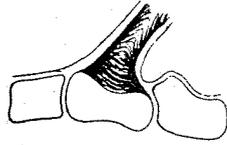


Fig. 8. *Myosotis sparsiflora*.

On constate la même chose chez *Lithospermum officinale* (fig. 9.). La face supérieure de la feuille porte de courts poils de forme conique à base large. Ces poils se remplissent petit à petit par les épaissements celluloseux dans lesquels s'incruste CaCO_3 sous forme de concrétions irrégulières. Le poil seul ne peut pas

exécuter la flexion. Cependant les parois externes des cellules épidermiques voisines sont minces et s'incurvent lorsque le poil penche de leur côté. Le jeu de ces parois se laisse facilement observer sous le microscope. La face inférieure de la feuille porte des poils bien plus longues. Chez ces derniers les épaissements stratifiés remplissent non seulement le poil mais encore les cellules épidermiques les plus proches. Dans ce cas, le mécanisme de flexion est formé par les cellules épidermiques plus éloignées.

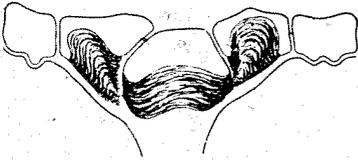
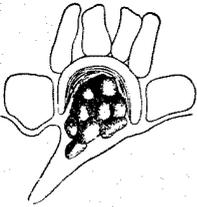


Fig. 9. *Lithospermum officinale*.

On trouve cependant chez beaucoup de poils des combinaisons des mécanismes cités, comme c'est le cas avec *Broussonetia papyrifera* (fig. 10.). Cette plante possède, à la face inférieure de la feuille, deux sortes de poils: les uns plus petits, à sommet recourbé, et les autres 10—15 fois plus longs, à parois très épaisses. Mécanisme de flexion est réalisé chez ces derniers, et dans sa formation participent aussi bien les cellules épidermiques voisines que la paroi du poil située à la limite de la partie libre du poil et de sa base. À l'endroit où commence la base du poil, la paroi de ce dernier se scinde en laissant apparaître une cavité circulaire. Comme la partie basale est ici peu large, les cellules épidermiques voisines, dans le but de renforcer l'effet mécanique, se soulèvent sous la base du poil, l'entourent complètement et leurs parois externes

jouent maintenant le rôle de l'appui. Nous avons vu le cas assez analogue chez *Borrago officinalis*, seulement ici ce sont les parois externes des cellules épidermiques qui jouent le rôle

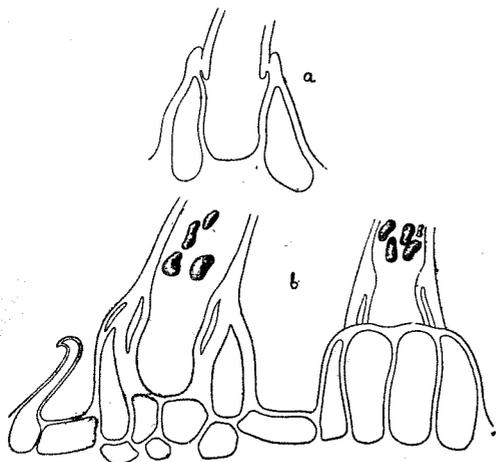


Fig. 10. *Broussonetia papyrifera*.

épidermiques est flexible suivant toute sa longueur sous l'influence d'une légère pression, de sorte que un mécanisme de flexion se trouve quand même réalisé.

Tous ces exemples ont été observés chez les poils unicellulaires. Il n'est pas impossible que certains de ces mécanismes soient également réalisés chez les poils pluricellulaires. Cependant, chez toutes les espèces étudiées, le cas le plus fréquent est celui où les cellules supérieures sont à parois épaissies, pendant que la cellule basale montre des parois minces. Ainsi par ex. chez *Ecballium Elaterium* (fig. 11.), la face inférieure de la feuille porte des poils composés de 3—4 cellules. Les cellules épidermiques voisines s'accroissent au-dessous du poil, le soulèvent de la sorte que ce dernier paraît porté sur un pied. Ces cellules épidermiques, de même que la cellule basale du poil, n'ont pas de parois épaissies. Cependant, les 2—3 cellules supérieures

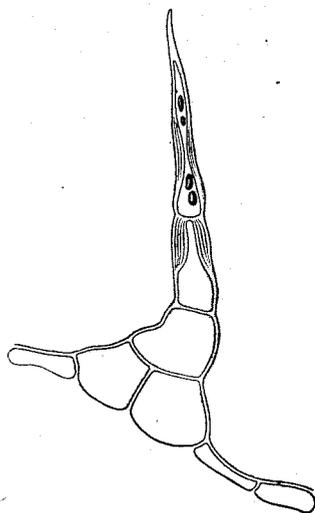


Fig. 11. *Ecballium Elaterium*.

de l'appui pendant que chez *Borrago* ce rôle est dévolu à la branche externe de la paroi scindée. Pour que le mécanisme soit plus complet, la scissure de la paroi du poil s'étend même aux parois externes des cellules épidermiques.

Il y a des exemples où l'on n'aperçoit pas cette scissure des parois, mais alors on constate que la paroi du poil, au voisinage des cellules

montrent des parois latérales très épaissies et impregnées de CaCO_3 . On observe CaCO_3 même dans l'intérieur du poil, sous forme de grains plus ou moins grands. Pendant la fléxion du poil, on constate que les parois latérales de la cellule basale exécutent le mouvement de plissement, ce qui prouve que ce sont elles qui permettent la fléxion du poil dans les différentes directions.

Cependant, le cas est différent chez *Thladiantha dubia* (fig. 12.). Cette plante possède des poils de deux sortes: ceux de la face

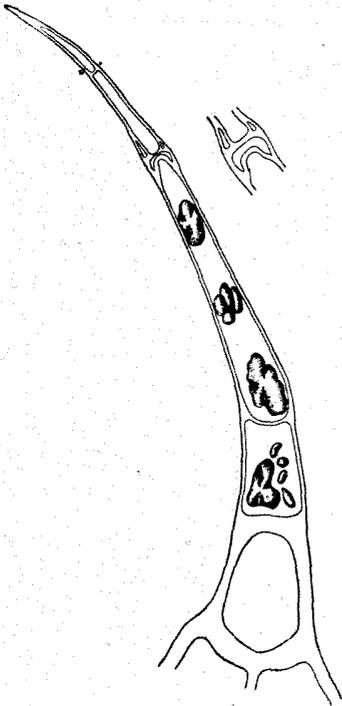


Fig. 12. *Thladiantha dubia*.

supérieure de la feuille sont à sommet droit et effilé, pendant que ceux de la face inférieure, également pluricellulaires, sont recourbés, à sommet en crochet. Les longs poils de la face supérieure sont composés de 4—5 cellules. La cellule basale montre des parois très épaissies et elle sert de support aux autres cellules dont les parois sont relativement minces. La troisième cellule est la plus longue, à parois minces et s'effile petit à petit. Le poil, à cause de sa longueur, est exposé aux divers accidents, et c'est pourquoi le besoin chez lui d'avoir un mécanisme lui permettant la fléxion. En faisant mouvoir le poil sous le faible grossissement du microscope, on aperçoit que le maximum de fléxion se manifeste entre la troisième et la quatrième cellules. Sous le grossissement plus fort, on voit nettement le mécanisme de fléxion. Dans la paroi qui sépare ces deux cellules il apparaît

une cavité semi-sphérique au-dessus de laquelle la paroi latérale de la 4-e cellule se scinde à sa base, et il se forme de la sorte un espace cylindrique creux. De cette façon, la fléxion du poil est rendue possible à l'endroit de la limite des cellules 3-e et 4-e. L'épaississement en coude de cet endroit, à lui seul, ne pourrait pas expliquer la facilité de la fléxion; cependant la membrane scindée au sommet de la 3-e cellule favorise une fléxion élastique, et c'est pourquoi le sommet du poil, même au toucher plus léger,

fait des mouvements de flexion à cet endroit; la pression plus forte provoque la rupture du poil.

Le fait que le poil casse facilement à l'endroit mentionné, fait croire que cet endroit est réservé pour cette fin. En effet, après la rupture on constate que les cellules inférieures restent intactes, et, ce qui est important à noter, le sommet de la 3-e cellule reste fermé, grâce à la couche interne de la paroi. Le poil, même après la rupture, reste donc complet. Quant à la cavité semi-sphérique dans la paroi transversale, on pourrait dire qu'elle se forme grâce à l'épaississement inégal de la paroi cellulaire, et son ébauche doit se manifester déjà aux stades jeunes du développement du poil.

On doit se demander maintenant quand apparaissent ces mécanismes: commencent-ils à se former dès le début du développement du poil, ou bien pendant ou même après son développement définitif? De ce point de vue, on pourrait classer les différents mécanismes de flexion en trois groupes: Dans le premier groupe viennent les mécanismes se montrant dès le début du développement du poil; c'est le cas chez *Cynoglossum officinale* (fig. 4.), *Myosotis alpestris* (fig. 6.) et *Broussonetia papyrifera* (fig. 10. a et b). Chez cette dernière plante, il s'agit seulement des cellules épidermiques qui se soulèvent sous le poil.

Dans le second groupe il faut faire entrer les mécanismes apparaissant au cours du développement du poil; c'est pourquoi on ne les constate point, ou tout au moins très rarement, à des stades très jeunes. Pour beaucoup de ces mécanismes on pourrait dire qu'ils sont facultatifs et conditionnés par la présence de CaCO_3 à l'état solide. Même cas avec les mécanismes se montrant sous forme d'anneau creux, comme par ex. chez *Anchusa officinalis* (fig. 1.), *Borrago officinalis* (fig. 2.), *Anchusa italica* (fig. 3.), et surtout avec les mécanismes dans lesquels participent les parois externes des cellules épidermiques voisines, comme chez *Myosotis sparsiflora* (fig. 8.) et *Liliospermum officinale* (fig. 9.). Tous ces mécanismes ne se laissent pas voir chez les poils jeunes, de même que chez les poils des plantes cultivées dans le milieu très pauvre en sels de Calcium (0,003%).

Enfin, dans le troisième groupe entrent les mécanismes n'apparaissant qu'au moment lorsque le poil est définitivement développé. Ce sont les mécanismes sous forme de charnière, comme chez *Heliotropium peruvianum* (fig. 5.) et *Broussonetia pa-*

pyrifera (fig. 10. a). Leur apparition est conditionnée par une force mécanique quelconque comme la pression, sans laquelle ils ne se formeraient probablement point. Il est donc fort probable que leur apparition n'est qu'occasionnelle.

B. Poils-crampons.

Ces poils s'observent sur les différentes parties de la plante: tige, feuille, fruit. Leur principale propriété consiste en ce qu'ils forment des crochets; ces derniers peuvent se former de deux manières: par la courbure du sommet du poil, et par les épaissements centrifuges de la membrane de la partie supérieure du poil. Dans ce dernier cas leur nombre est grand, et ils peuvent être disposés en verticille ou bien sans ordre apparent.

Comme dans les poils précédents, le CaCO_3 ici aussi se dépose dans la paroi cellulaire ou bien dans les épaissements particuliers apparaissant ordinairement dans la partie supérieure du poil. Cependant, les poils-crampons, par opposition aux poils servant comme lieu d'excrétion des matières inorganiques, n'ont point de dispositifs particuliers servant à la flexion. On observe toutefois sur ces poils des endroits amincis facilitant quelque peu la flexion et surtout rendant le poil capable de se rompre facilement sous l'influence de la force, sans entraîner la rupture des tissus intérieurs. Comme cela a été déjà dit avant, la surface de ces poils porte un bon nombre de crochets orientés la plupart du temps dans les sens différents: vers le sommet et vers la base. Haberlandt mentionne également cette répartition des crochets sur le poil et croit „qu'elle dépend probablement de ce que le poil-crampon n'est pas tout à fait rigide mais montre bien une certaine possibilité de flexion. Certaines cellules du poil vers la base montrent des parois minces et sont en contact avec la cellule-pied dont les parois sont très épaisses; la flexion peut s'effectuer juste au-dessus de la cellule-pied, lorsque le poil s'accroche“. Haberlandt cite encore d'autres exemples, lesquels sont en harmonie avec les cas mentionnés dans ce travail en tant qu'il existe sur de tels poils des endroits particuliers permettant la flexion du poil. Nous pouvons y ajouter encore le fait que les endroits amincis en question servent encore pour la rupture du poil, dans le sens dans lequel nous avons déjà parlé.

Ces endroits amincis sont simples et sont constitués, chez toutes les espèces étudiées, sur le même type.

Sur la tige de *Gronovia scandens* (Loasaceae) (fig. 13.) on observe des poils de deux sortes: les uns montrent le sommet obtus, pendant que les autres possèdent le sommet bifurqué et recourbé en arrière. Ils sont unicellulaires.

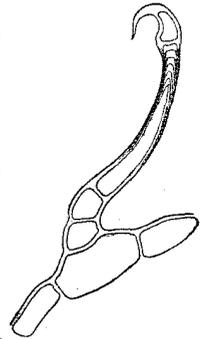


Chez les poils dont le sommet est obtus, les parois de la partie supérieure s'épaississent dans le sens centrifuge; de cette façon il se forme des crochets, dont la répartition est en verticille. Les crochets, voisins du sommet, sont tournés vers la base, pendant que ceux plus rapprochés de la base sont tournés vers le sommet. Les parois de la partie supérieure du poil peuvent s'épaissir aussi dans le sens centripète, de sorte que la lumière du poil peut se trouver complètement obstruée. CaCO_3 imprègne tous ces épaississements.

Le poil, en allant du sommet vers la base, devient de plus en plus large, mais au niveau des parois externes des cellules épidermiques sa lumière se rétrécit brusquement et, à ce même endroit, les parois deviennent plus minces. C'est à cet endroit que le poil, sous l'influence d'une force quelconque, peut fléchir et même, lorsque l'influence est très forte, se rompre.

Fig. 13. *Gronovia scandens*.

Les poils appartenant au second type sont bien plus longs. Leur sommet est bifurqué et divisé en deux branches effilées et recourbées en arrière de façon à imiter l'ancre. Les deux branches du sommet sont remplies de CaCO_3 . La construction du poil suffit, à elle seule, de remplir le rôle dévolu au poil; c'est pourquoi les crochets sont inutiles. La lumière du poil est uniforme et ce n'est que vers la base qu'elle devient rétrécie; à cet endroit le poil se rompt sous l'influence de la traction plus forte. Les cellules épidermiques, sur lesquelles le poil est placé comme sur un pied, favorisent également la flexion du poil.



Des poils-crampons semblables s'observent aussi à la face inférieure des feuilles de *Thladiantha dubia* (Cucurbitaceae) (fig. 14.). Ils sont pluricellulaires

Fig. 14. *Thladiantha dubia*.

et la cellule terminale, par son sommet, est recourbée vers la base. Cette même cellule, dans sa partie supérieure, est massive et remplie de CaCO_3 ; sa partie inférieure est par contre à parois minces. Les parois de la cellule subterminale montrent des épaissements centripètes, remplis de CaCO_3 . Enfin les cellules basales sont à parois assez minces. La fléxion et la rupture du poil s'effectuent ici dans les endroits différents. Ce

sont les cellules basales qui rendent possible la fléxion; la rupture s'effectue, sous l'influence de la tension plus forte, au niveau de la partie inférieure de la cellule terminale.

On observe également, sur la tige de *Blumenbachia Hieronymi* (Loasaceae fig. 15.) des poils-crampons. Leur sommet est également obtus, et porte 4—5

crochets recourbés en bas. Toute la surface du poil est en outre couverte de crochets

répartis en verticilles. Les crochets de la partie supérieure du poil sont tournés vers la base pendant que ceux de la partie inférieure sont tournés vers le sommet. Les crochets cependant du milieu du poil montrent deux bouts tournés respectivement vers le sommet et vers la base. La lumière de ces poils est remplie de CaCO_3 , souvent complètement, de sorte qu'ils sont rigides. Mais en revanche, la lumière vers la base du poil se rétrécit brusquement, et rend par cela même la fléxion possible, et même, sous l'influence de la tension plus forte, la rupture, sans que les tissus sous-jacents soient lésés.

Le cas contraire s'observe chez *Loasa tricolor* (fig. 16.), dont les poils montrent la lumière brusquement élargie vers la base; dans cette partie du poil est suspendu un cystolithe, probablement l'annexe du cystolithe qui remplit la partie supérieure du poil. Ici aussi les parois externes du poil montrent des épaissements centrifuges sous forme de crochets, dont la répartition

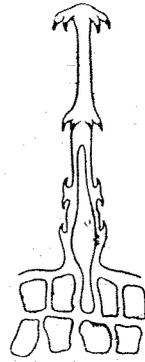


Fig. 15.
Blumenbachia
Hieronymi

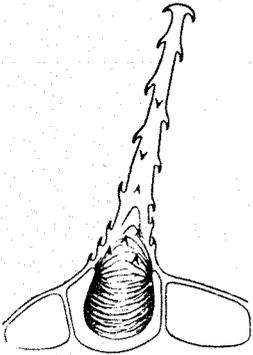


Fig. 16. *Loasa tricolor*.



Fig. 17. *Sicyos*
angulatus

n'est pas régulière, mais dont les sommets sont tournés aussi bien vers le sommet du poil que vers sa base. A noter que les parois externes de la partie basale du poil ne sont point épaissies, et se sont elles qui favorisent la fléxion et la rupture du poil.

Le fruit de *Sicyos angulatus* (Cucurbitaceae fig. 17.) porte des poils jusqu'à 3 mm longs. Par sa structure, ces poils diffèrent fortement des poils ordinaires formés par l'accroissement de la paroi externe des cellules épidermiques. Ils représentent une réunion de cellules de forme prosenchymatique à parois assez épaisses et à lumière fortement rétrécie, ce qui leur donne un aspect de stéréides. Les parois externes d'un bon nombre de cellules externes s'étirent en crochet pointu tourné vers la base et rempli de CaCO_3 , de sorte que chacune de ces cellules représente un poil à part. Un tel poil composé devient moins épais vers sa base et montre un pied composé d'un grand nombre de cellules parenchymateuses. C'est bien à cet endroit que s'effectue la fléxion et même la rupture du poil, de sorte que le tissu sous-jacent est protégé bien contre la lésion.

C. Poils de défense.

Pendant que les poils précédemment décrits montraient des mécanismes particuliers rendant le poil fléxible, ou bien facilitant sa rupture, dans le but évident de protéger les tissus environnants contre la lésion, les poils de défense sont par contre très massifs, fortement épaissies dans leur partie basale surtout, laquelle doit servir comme appui pendant la piqure. Dans ces poils, le moment d'attaque s'accroît vers la base, les parois deviennent plus épaisses, et le moment de résistance s'accroît aussi de la sorte. Les cellules même au-dessous des poils possèdent des parois puissantes et forment avec les poils un fort mécanisme de défense.

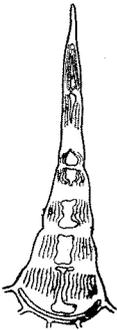


Fig. 18. *Sicyos angulatus*.

Ainsi on, observe sur la feuille de *Sicyos angulatus* (fig. 18.) un grand nombre de poils pluricellulaires élargis graduellement en allant du sommet vers la base. Les parois cellulaires sont tellement épaissies que la lumière cellulaire est fortement réduite et même, par places, complètement disparue. L'aspect du poil entier est celui d'un cône dont les côtés s'élargissent graduellement vers

la base, liée solidement avec les cellules voisines. Comme chez ces poils l'angle de déclivité est très petit, une très grande force n'est pas nécessaire pour que la résistance soit vaincue, c'est à dire pour que le poil exerce la piqure. C'est pourquoi les tissus sous-jacents n'ont pas à souffrir de la pression exercée sur le poil.

Des poils semblables s'observent aussi sur la feuille de *Bryonia alba* (Cucurbitaceae) (fig. 19.). Ils sont également pluricellulaires, avec cellule terminale étirée en pointe. Ces poils sont répartis aux deux faces de la feuille en nombre assez égal. Les parois latérales des cellules du poil s'épaississent successivement vers la cellule basale, et les épaississements envahissent même le premier cercle des cellules épidermiques voisines, ce qui assure au poil un meilleur

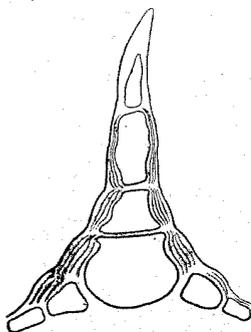


Fig. 19. *Bryonia alba*.

pui. Les parois épaissies du poil sont imprégnées de CaCO_3 ; le poil est, par la suite, plus rigide mais en même temps plus cassant aussi. Dans le cas où le poil n'est pas capable de vaincre la résistance, il se brise et protège par cela même les tissus intérieurs contre la lésion.

Ce sont les poils placés autour du pistil chez *Lousa tricolor* (Loasaceae fig. 20.) qui correspondent le mieux à leur rôle. Ils sont unicellulaires, à sommet étiré en une pointe très aigüe et à base large, enveloppée de cellules épidermiques voisines. La lumière entière du poil, de même que celles des cellules épidermiques voisines, sont remplies de CaCO_3 , de sorte que le poil rappelle une aiguille dont l'angle de déclivité est très faible, ce qui fait que le poil demande très peu d'effort pour vaincre la résistance.

Dans le renforcement de ces mécanismes de défense peuvent participer également les cellules placées au-dessous du poil même. C'est le cas chez *Miscanthus sinensis* (*Eulalia japonica*)

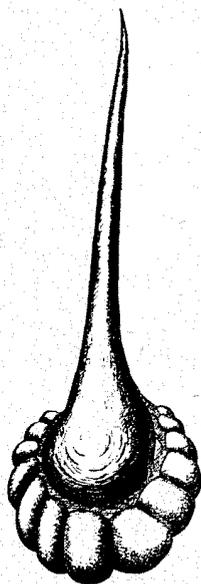


Fig. 20. *Loasa tricolor*.

Gramineae, dont les feuilles portent sur leurs bords un grand nombre de poils unicellulaires couchés et répartis presque régulièrement de distance en distance. Les parois de cellules épi-

dermiques placées entre ces poils sont fortement épaissies. Comme le nombre de ces poils est grand, le bord de la feuille, sous le faible grossissement, paraît dentelé. Les parois latérales des poils sont fortement épaissies et de longueur inégale. La paroi interne est également épaissie mais en même temps trouée d'un grand nombre de pores dont le canal montre nettement la lamelle mitoyenne. C'est à travers ces pores que s'effectue la nutrition du poil. — Au-dessous du poil il y a 4—5 files de cellules avec des parois très épaissies et poreuses; ces cellules sont placées dans le sens de l'axe longitudinal. Des cellules plus courtes et montrant également des parois épaissies et poreuses, alternent régulièrement avec ces cellules longues. Ces cellules courtes servent certainement comme lien entre les cellules longues et comme endroits du plus fort appui. Les parois fortement épaissies de toutes ces cellules, leur attache mutuelle bien solide, enfin l'absence, dans leur intérieur, de la chlorophylle — tout ceci montre que ces éléments doivent jouer un rôle surtout mécanique.

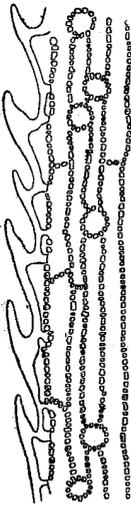


Fig. 21 *Alopecurus pratensis*.

Le cas semblable s'observe chez *Alopecurus pratensis* (Gramineae fig. 21.), avec cette différence que le rôle mécanique du bord de la feuille de cette plante est encore plus accentué. Chez cette dernière, presque chaque cellule du bord de la feuille ou bien chaque deuxième cellule, est étirée en dent courte, de sorte que le bord de la feuille a l'aspect d'une véritable scie. Les poils sont tournés vers le sommet de la feuille et leurs parois latérales sont inégales. Si l'on rencontre entre eux une cellule épidermique, elle montre des parois tellement épaissies que sa cavité est fortement réduite. Les parois internes des poils sont également épaissies de même que toutes les parois de plusieurs files de cellules situées au-dessous des poils; elles sont en même temps perforées. A l'exemple de *Miscanthus*, on observe ici aussi des cellules courtes entre les cellules longues situées au-dessous des poils; elles sont seulement ici disposées irrégulièrement. Toutes ces cellules au-dessous des poils sont également dépourvues de chlorophylle. L'effet mécanique est ici aussi évident.

Conclusion.

D'après Harper, l'évolution ne se manifeste point dans la production de types nouveaux de la structure protoplasmique ou de l'organisation cellulaire mais bien dans le sens d'une plus grande spécialisation et division du travail entre les groupements cellulaires. C'est ainsi que nous pouvons trouver sur une seule et même feuille des poils spécialisés pour les fonctions différentes. Le caractère le plus saillant de cette différenciation est donné par le paroi cellulaire. Si nous ne tenions compte que du contenu de la cellule, nous trouverions des éléments communs, comme par ex. CaCO_3 . C'est bien la forme du poil et la structure de la paroi cellulaire qui nous permettent, en une certaine mesure, de décider si le CaCO_3 , déposé dans le poil comme produit d'excrétion, s'accumule dans le poil principalement dans le but d'être éloigné du mésophylle, ou bien dans le but de défense etc. C'est pourquoi nous voyons :

1. Les poils servant comme lieu d'excrétion des matières inorganiques possèdent la plupart du temps des mécanismes de flexion, qui les rendent, au moins dans une partie de leur corps, très élastiques et les protègent le plus efficacement possible contre la rupture. Or les plantes possédant de tels poils ont bien des raisons pour les conserver. Les expériences que nous avons faites avec *Anchusa italic.* nous ont montré que : lorsque on enlève les poils à une très jeune feuille, le CaCO_3 se dépose dans le tissu palissadique immédiatement au-dessous du poil ; la fonction principale de ce tissu est par cela même entravée. On doit donc admettre que la plante a un certain intérêt pour conserver ses poils, ce qui est rendu possible grâce aux mécanismes de flexion. Ces mécanismes protègent en premier lieu le poil contre la rupture et ensuite les tissus internes contre la lésion.

2. Les poils-crampons se distinguent par leur forme et par la structure de leurs parois (épaississements centrifuges et centripètes). Mais comme ces poils ont à vaincre la résistance, leurs parois et les épaississements sont imprégnés de CaCO_3 ; c'est pourquoi ces poils sont souvent massifs. Cependant, ils possèdent des endroits amincis facilitant la rupture du poil, pour que la lésion des tissus internes soit évitée. Ici donc on a le cas contraire par rapport au premier type des poils. Pendant que les mécanismes de flexion protègent les poils du premier type

contre la rupture, les endroits amincis des poils-crampons ont au contraire à faciliter la rupture du poil. Les tissus internes sont néanmoins, dans les deux cas, protégés contre la lésion.

3. Les poils de défense sont très aigus et massifs. Leur attache avec les cellules environnantes est bien solide. Pour que leur rôle soit plus complet, ils sont également remplis de CaCO_3 (du moins chez les espèces étudiées). Il n'y a point de mécanismes particuliers servant à la défense des tissus internes contre la lésion; cependant, en revanche, les cellules placées à côté et au-dessous du poil possèdent des parois épaissies et forment, ensemble avec le poil, un véritable mécanisme de défense.

(Institut de Botanique de la Faculté des Sciences, Beograd)

LITTÉRATURE :

1. A. K. v. *Marilaun*: Pflanzenleben (I B.) 1922.
 2. *Dr. G. Haberlandt*: Physiol. Pflanzenanatomie.
 3. *Gürke M.*: Borraginaceae (Engl. Prantl. Nat. Pflanzenfam., Bd. IV. Abt. 4. 1897.).
 4. *Penzig O.*: Zur Verbreitung der Cysth. im Pflanzenreich (Bot. Zentralbl. p. 52., 1891.).
 5. *R. Wegener*: Untersuchung über der Bau der Haftorgane einiger Pflanzen (Beih. z. Bot. Centrbl. Bd. XXX, I Abt. 1914.).
 6. *Wettstein R. v.*: Handbuch d. Syst. Bot., 2. Aufl. (1924.).
-