

DU MODE DE PÉNÉTRATION DE QUELQUES SELS DANS LA PLANTE VIVANTE ROLE DE L'ENDODERME

par M. Jean de RUFZ de LAVISON

Il serait intéressant de préciser le mode intime de pénétration des sels dans une plante vasculaire vivante; quel peut être le rôle de la racine dans l'absorption? Jusqu'à quel point la racine exerce-t-elle un choix parmi les substances qui lui sont offertes? Son pouvoir électif est nié par un grand nombre d'auteurs qui considèrent une plante dont la racine plonge dans une solution, comme un système purement physique. Il est, en effet, généralement admis que tous les sels susceptibles de diffusion pénètrent dans la tige, jusqu'à ce qu'ils atteignent dans cet organe la même tension osmotique que dans la solution. Si, pour une cause quelconque, le sel s'insolubilise, disparaît, ou se comporte vis-à-vis du protoplasme comme une teinture, ainsi que l'a montré Demoussy (1) pour les azotates et les chlorures, une nouvelle quantité de sel sera extraite du milieu extérieur, jusqu'à ce que l'équilibre osmotique soit de nouveau atteint. Nous aurons ainsi une sorte d'élection quantitative, la seule admise jusqu'à présent, signalée par Dehérain, dès 1867 (2).

Cette élection est-elle la seule possible? Cela n'est pas évident *a priori*. Nous rechercherons donc si un sel ne peut être arrêté en un point quelconque de son trajet, à travers l'écorce, l'endoderme

(1) Demoussy. — *Ann. Agronomiques*, t. XXV, p. 516.

(2) Dehérain. — *Chimie agricole*, p. 485 à 494.

et le péricycle de la racine, pour arriver jusqu'aux vaisseaux. Etant donné une plante dont les racines plongent dans une solution non toxique d'un sel quelconque, on peut imaginer deux modes très différents de pénétration de ce sel dans la plante. Il peut pénétrer à la fois par le protoplasme et la cellulose, ou simplement par la cellulose. Pfeffer (1) dit, en effet : « qu'un sel peut n'être assimilé que dans la cime d'un arbre, après avoir cheminé, depuis la racine qui l'a absorbé, jusqu'à la cime, en restant localisé dans les parois. »

Je me suis demandé s'il était possible qu'un sel pénétrât dans la plante, en suivant uniquement la cellulose. Il me semblait, en effet, que les cadres subérisés de l'endoderme interrompaient la continuité de la cellulose dans la racine. Si l'on admet que les cadres subérisés sont imperméables, tout sel, pour pénétrer dans le cylindre central, devra passer à travers le protoplasme de l'endoderme.

Il est probable que, si ces conditions sont remplies, les sels qui ne pénétreront pas dans le protoplasme seront incapables de passer de l'écorce dans le cylindre central. Tout se passerait par conséquent comme si la racine avait des propriétés électives vis-à-vis de ces sels.

J'ai essayé de résoudre expérimentalement cette question pour quelques sels.

*
*
*

BIBLIOGRAPHIE

Il n'existe pas, à ma connaissance, de travaux relatifs au rôle de l'endoderme de la racine, dans la pénétration des sels. Par contre, beaucoup d'auteurs (2) ont fait remarquer que l'endoderme subérisé devait empêcher l'eau et les sels qu'elle tient en solution, de passer du cylindre central dans l'écorce. Schwendener (3) a montré expérimentalement, l'imperméabilité des parois tangentielles externes de l'endoderme âgé et épaissi des monocotylédones, vis-à-vis du

(1) Pfeffer. — *Physiologie végétale*, I, p. 76.

(2) Haberlandt. — *Physiol. Pfl. Anat.* 1884-1906.

Kroemer, *Wurzelhaut, Hypodermis und Endodermis der Angiospermen, Wurzel* (Bibliotheca Botanica Hef. 59, 1903).

(3) Schwendener. — *Die Schutzscheideit und ihre verstärkungen* (Bericht. d. deutsch. Bot. Gesellsch. 1883 et Gesammelte Bot. Mitteilungen, Berlin, 1898).

tannin et de l'iode. L'expérience a été faite en plongeant des sections de racines dans des solutions d'iode ou de tannin; ces corps ne pénétraient pas dans la paroi tangentielle externe de l'endoderme.

Schwendener a montré de même, en faisant pénétrer par aspiration des solutions colorées dans le cylindre central de racines âgées de monocotylédones, que le colorant ne pénétrait dans l'écorce, que là où les épaisissements n'existaient pas. Toutes ces expériences ont été faites sur des sections de racines âgées, sans que l'auteur se soit occupé de la toxicité des solutions.

Au point de vue des cadres subérisés ordinaires, une expérience de de Vries (1) semble prouver leur imperméabilité à l'eau, de l'intérieur à l'extérieur. En exerçant une pression au-dessus d'une racine sectionnée, l'eau ne s'écoule, à l'extérieur, que si l'on entame l'endoderme.

C'est d'ailleurs la seule expérience qui ait été faite sur une plante vivante.

Les expériences qui suivent ont trait à l'absorption des sels par la plante intacte et vivante. Je prendrai deux sels très différents comme types.

A) **Sulfate de Fer** ($\text{SO}^4\text{Fe}+7\text{H}^2\text{O}$). — Ce sel, comme je le montrerai plus loin, ne pénètre pas dans le protoplasme vivant, il s'arrête dans l'écorce de la racine contre les cadres subérisés de l'endoderme.

B) **Sulfocyanure d'Ammonium** (SCyAzH^4). — Ce sel pénètre dans le protoplasme et se diffuse dans toute la plante.

(1) De Vries. — *Studien over zuigwortels* (Maandbl voor Natuurwetensch. Bd. XIII, p. 53-68, 1886, Analyse in: Bot. Zeitung. p. 788. 1886.)

A. — SUBSTANCES NE PÉNÉTRANT PAS DANS LE PROTOPLASME

Je m'occuperai successivement :

1^o de plantes qui ne possèdent pas une assise subéreuse nette dans la racine (exemple : Pois);

2^o de plantes ayant une assise subéreuse bien différenciée dans la racine (exemple : Jacinthe).

Dispositif des expériences. — Je donnerai, une fois pour toutes, la disposition des expériences, à part la durée et la concentration de la solution, elles se ressemblent toutes.

La plante étant placée depuis 24 heures dans 100 centimètres cubes d'eau distillée, on remplace avec précaution l'eau distillée par le même volume de la solution à étudier. On évite ainsi de briser les racines. En transvasant la plante on risquerait, en effet, d'amener des lésions qui peuvent provoquer la pénétration du sel dans les vaisseaux. En opérant, sans prendre cette précaution, Wieler (1) avait constaté qu'un grand nombre de colorants pénétraient dans les vaisseaux d'une racine vivante. J'ai constaté, au contraire, que ces mêmes colorants s'arrêtaient à l'endoderme, en prenant les précautions indiquées ci-dessus.

1^o PLANTE N'AYANT PAS D'ASSISE SUBÉREUSE NETTE (ex. : Pois).

1^{re} EXPÉRIENCE

Bul. — Je recherche si les cadres subérisés arrêtent le sulfate de fer de l'extérieur à l'intérieur.

(1) Wieler. — *Ueber den Antheil des secundären Holzes der Dicotyledonen Gewächse an der Saftleitung und über die Bedeutung der Anastomosen für die Wasserversorgung der transpirirenden Fläche* (Pringsh. Jahrb., XIX, p. 119, 1888).

1^{re} Concentration. — Sulfate de fer : $\frac{1}{5000}$

Des pois munis de leurs racines en bon état sont placés dans du sulfate de fer à $\frac{1}{5000}$; déjà, au bout de 24 heures, la racine est molle. En recherchant le fer par le ferricyanure ou le ferrocyanure de potassium, on voit qu'il a pénétré dans le cylindre

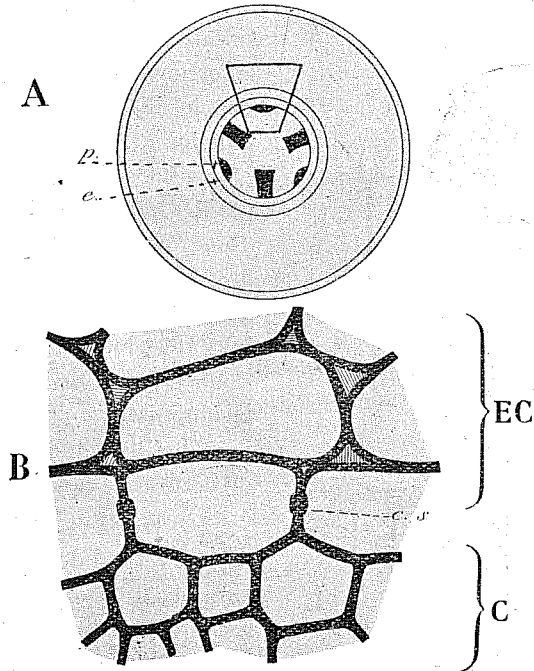


Fig. 1-2. — La racine est tuée, le sel pénètre dans le protoplasme et la membrane. A) Schéma. — *e*, endoderme ; *p*, péricycle ; le grisé indique la pénétration du sel dans l'écorce et le cylindre central.

B) Détail. — *EC* écorce ; *cs*, cadres subérisés ; le trait plein indique que les parois des cellules sont colorées ; *C* cylindre central ; le grisé indique que le protoplasme est coloré.

central de la racine (fig. 1-2). Le protoplasme est fortement coloré. On ne trouve pas de fer dans la tige ; nous verrons, en effet plus loin, que le sulfate de fer est fortement absorbé par les tissus végétaux, ce qui empêche sa diffusion rapide.

Si nous replaçons une plante dans l'eau, nous verrons la racine rester molle, puis se décomposer.

Il semble donc ici : 1° Que la racine ait été tuée par le sulfate de fer; 2° Que le protoplasme mort ait absorbé fortement le sulfate de fer.

2^{me} Concentration. — Sulfate de fer : $\frac{1}{15000}$: $\frac{1}{20000}$.

a) L'expérience dure 24 heures.

Au bout de 24 heures, les plantes sont retirées de la solution de

sulfate de fer et sectionnées. Par le ferricyanure seul, on obtient une localisation du fer décrite plus loin.

La localisation est la même par le ferricyanure additionné d'une goutte d'acide chlorhydrique, seulement la teinte bleue que prennent les parois des cellules est plus intense. Une certaine quantité de fer s'était donc insolubilisée.

Voici les principaux résultats de cette expérience :

I. *Aspect extérieur.* — La racine, retirée de la solution, est turgescente, sauf l'extrémité qui est quelquefois molle. Si on replace les plantes dans l'eau distillée, on remarque que les racines ne croissent plus en longueur, et qu'il se forme de nouvelles racines latérales, un peu partout, sur la racine principale.

II. *Elude microscopique.* — Sur des coupes, on remarque : 1° une accumulation du sulfate de fer, à l'extrémité de la racine principale, et des racines latérales (ces racines, nous venons de le voir, ont perdu la faculté de s'allonger).

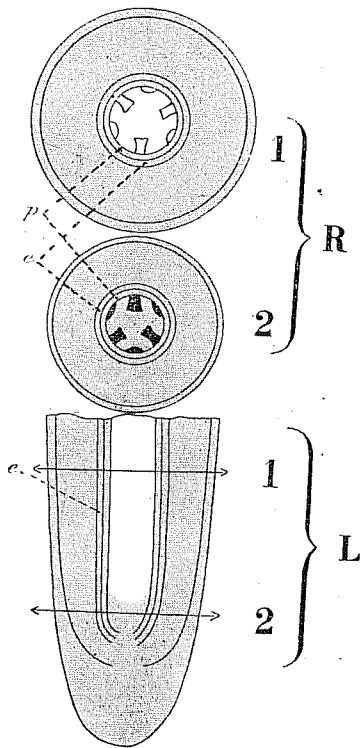


Fig. 3-5. — Le sel pénètre dans l'extrémité de la racine.

L) Coupe longitudinale.

R) Coupes radiales en 1 et 2.

à l'extrémité de la racine principale, et des racines latérales (ces racines, nous venons de le voir, ont perdu la faculté de s'allonger).

2° Une petite pénétration du fer à la sortie des radicelles (fig. 3-5).
 3° Un arrêt très net du sulfate de fer au niveau des cadres subérisés de l'endoderme partout ailleurs (fig. 6-7). 4° L'absence de coloration du protoplasme de l'endoderme, ainsi que de celui des cellules de l'écorce, c'est-à-dire, que le protoplasme vivant ne semble pas

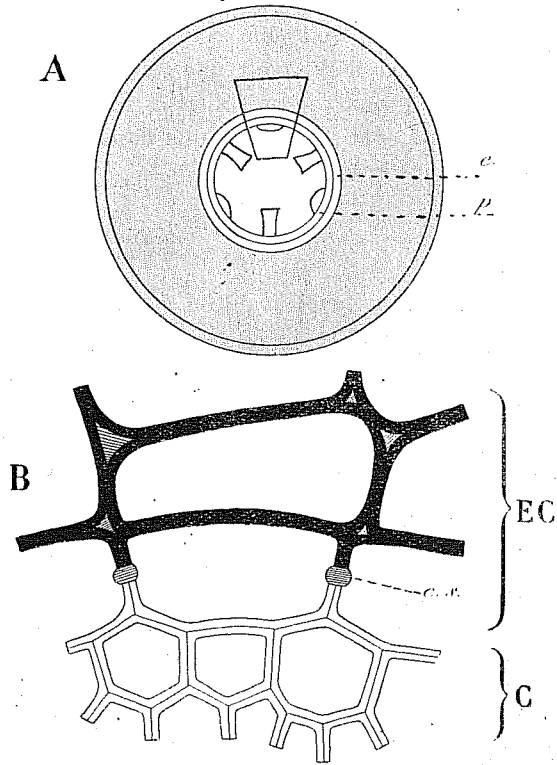


Fig. 6-7. — Le sel, s'arrête contre les cadres subérisés de l'extérieur à l'intérieur.
 A) Schéma. — Le sel ne pénètre que dans l'écorce.
 B) Détail. — Le trait plein indique que le sel a pénétré dans les parois des cellules de l'écorce. Le protoplasme non coloré n'est pas indiqué.

absorber le sulfate de fer et que la pénétration de ce sel semble se faire uniquement par la cellulose. 5° On ne trouve pas de fer dans la tige par le ferricyanure additionné d'une goutte d'acide chlorhydrique.

b) La durée de l'expérience est supérieure à 48 heures.

L'expérience peut durer 48 heures ou un temps plus long. L'aspect extérieur de la racine est le même que précédemment, mais l'on ne trouve plus de fer soluble dans la racine; le fer semble en effet, s'être déposé dans les membranes cellulosiques de l'écorce, auxquelles il communique une teinte jaune. Cette teinte jaune s'arrête à l'endoderme. En traitant les coupes par du ferri-cyanure chlorhydrique, on voit une coloration bleue apparaître dans la membrane, là où il y avait une coloration jaune; cette coloration bleue s'arrête aux cadres subérisés de l'endoderme.

Les autres résultats sont les mêmes que dans l'expérience précédente (pas de fer dans la tige, etc.).

3^{me} Concentration. — Sulfate de fer : $\frac{1}{30000}$ à $\frac{1}{50000}$.

En employant des concentrations de $\frac{1}{15000}$ à $\frac{1}{20000}$, l'extrémité de la racine perdait quelquefois sa turgescence. Ici, l'extrémité de la racine est toujours turgescence; mais elle ne s'allonge plus. Sur des coupes longitudinales, on remarque d'ailleurs que le point végétatif est chargé de fer comme précédemment.

4^{me} Concentration. — $\frac{1}{280000}$

Ici on n'observe plus de pénétration à l'extrémité de la racine, ni à la sortie des radicules.

Sur une section transversale, dans la partie absorbante de la racine, on peut encore constater que le fer pénètre jusqu'à l'endoderme et s'arrête au niveau des cadres subérisés.

Une plante, remise dans l'eau pure, continue à allonger ses racines; ainsi dans ce dernier cas, toute trace de toxicité a disparu de la solution. Précédemment (sulfate de fer : $\frac{1}{30000}$ à $\frac{1}{50000}$), l'arrêt dans l'allongement des racines indiquait que la solution était encore légèrement toxique.

Résultats obtenus avec le sulfate de fer.

Pour plus de clarté, je résume maintenant les résultats obtenus dans cette première série d'expériences :

a) Pour des concentrations inférieures à $\frac{1}{15000}$, le sulfate de fer est arrêté, dans la racine, au niveau des cadres subérisés.

b) Le protoplasme vivant n'absorbe pas sensiblement le sulfate de fer.

c) Quand le sulfate de fer se décompose, le fer se dépose dans la membrane.

d) Pour aucune concentration, on n'observe de pénétration du fer dans la tige.

e) L'extrémité de la racine absorbe le fer pour des concentrations supérieures à $\frac{1}{280000}$. Pour des concentrations inférieures ou égales à $\frac{1}{280000}$, l'extrémité n'absorbe pas le fer et la racine remise dans l'eau continue à s'allonger.

Pour des concentrations supérieures à $\frac{1}{20000}$, l'extrémité est tuée en général.

Pour des concentrations inférieures à $\frac{1}{20000}$, l'extrémité est toujours turgescence. Dans ces deux derniers cas, l'extrémité de la racine ne peut plus s'allonger. J'ai obtenu des résultats analogues avec le Haricot, le Maïs, le Soleil du Périgord et le Colza.

Il n'y a pas lieu de s'étonner outre mesure de la toxicité du sulfate de fer pour des concentrations aussi faibles, car l'extrême affinité du sulfate de fer, pour les tissus morts de la plante (la cellulose en particulier), doit amener rapidement la cellule dans un milieu d'une concentration bien supérieure à celle de la solution.

Il suffira, pour se faire une idée de l'affinité du sulfate de fer pour la cellulose, de dire qu'un morceau de moelle de sureau de quelques centimètres cubes, agité et pressé dans 10 centimètres cubes d'une solution de sulfate de fer à $\frac{1}{2000}$, suffit à priver la solution du fer qu'elle contient. — Ce fer est passé à l'état de teinture sur la moelle de sureau dans laquelle on peut le déceler par le ferricyanure seul. Il est aussi nécessaire de dire que les concentrations précédentes ne sont exactes que pour des plantes non exposées à une lumière intense, l'évaporation augmentant considérablement la toxicité de la solution.

2^{me} EXPÉRIENCE

Bul. — Je recherche si les cadres subérisés arrêtent les sulfates de fer de l'intérieur à l'extérieur.

Résultats. — L'extrémité de la racine étant sectionnée, la plante est placée dans une solution de sulfate de fer, à $\frac{1}{30000}$

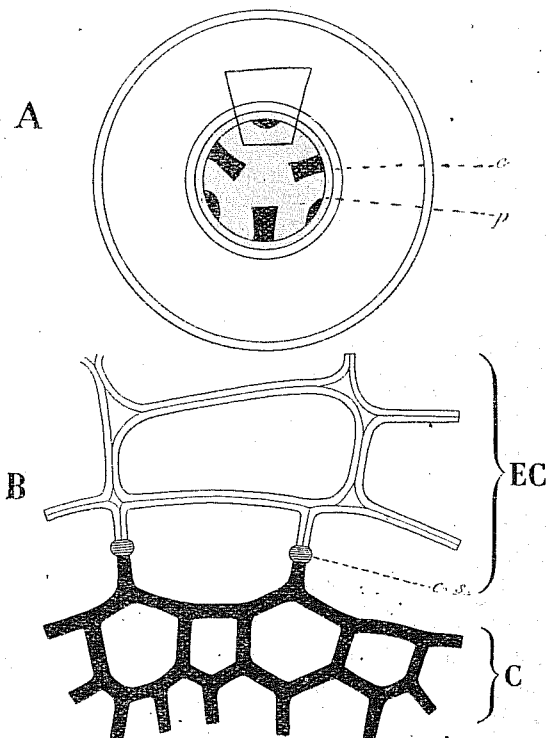


Fig. 8-9. — Le sel s'arrête contre les cadres subérisés de l'intérieur à l'extérieur.

A) Schéma. — Le sel ne pénètre que dans le cylindre central.

B) Détail. — Mêmes lettres que précédemment.

par exemple; à cause, sans doute, de l'évaporation par les feuilles, le fer monte plus haut dans le cylindre central que dans l'écorce (à partir de la section).

S. on fait des coupes dans une partie de la racine suffisamment

éloignée de la section; on voit en traitant les coupes par le ferricyanure chlorhydrique, que le fer s'arrête contre l'endoderme de l'intérieur à l'extérieur (fig. 8-9). J'ai refait cette expérience à diverses concentrations, les résultats sont toujours les mêmes.

3^{me} EXPÉRIENCE

Bul : J'ai voulu savoir, dans cette troisième expérience, ce qui se passe quand l'endoderme de la racine est dépourvu de cadres subérisés.

Résultats. — Je me suis adressé à de jeunes germinations dans lesquelles la racine commence à sortir; à cet état, les cadres subérisés ne sont pas encore différenciés dans l'endoderme

Les pois sont placés dans des solutions de sulfate de fer dont la concentration varie de $\frac{1}{20000}$ à $\frac{1}{5000}$

En faisant des coupes, au bout de 24 à 48 heures dans les racines turgescents et en traitant ces coupes par du ferricyanure chlorhydrique, on observe que toujours les deux parois interne et externe de l'endoderme sont colorées. La coloration s'étend plus ou moins au péricycle et au parenchyme du cylindre central. Le cylindre central, chez les pois en germination, se compose de cellules jeunes, dont les membranes ont en partie les propriétés du protoplasme, ce qui complique beaucoup les choses.

J'ai, d'ailleurs, l'intention de revenir sur cette question.

PLANTES POSSÉDANT UNE ASSISE SUBÉREUSE NETTE DANS LA RACINE

(*ex.* : *Jacinthe*).

Je me suis servi de la Jacinthe, qui possède une assise subéreuse nette dans la racine.

Le sulfate de fer a été employé à des concentrations de $\frac{1}{20000}$, $\frac{1}{30000}$, $\frac{1}{50000}$

L'expérience a une durée d'au moins 24 heures. Voici ce qu'on observe relativement à la pénétration du fer, en faisant des coupes transversales, de bas en haut, dans la racine :

1° Vers l'extrémité de la racine, là où l'assise subéreuse n'est pas encore subérisée, le fer pénètre jusqu'à l'endoderme.

2° Plus haut, là où l'assise subéreuse est subérisée, le fer s'arrête contre les parois externes de l'assise subéreuse (fig. 10-13).

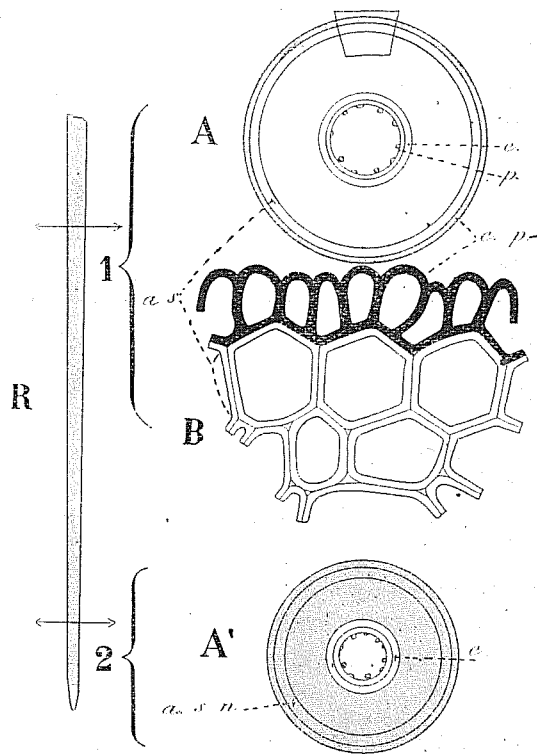


Fig. 10-13. — R) Racine de Jacinthe coupée en 1 et 2;

Coupe 1. — A) Schéma; *e*, endoderme; *p*, péricycle; *as*, assise subéreuse subérisée; *ep*, épiderme.

B) Détail. L'assise subéreuse subérisée empêche le sel de pénétrer dans l'écorce.

Coupe 2. — A') *asn*, assise subéreuse non subérisée le sel n'est pas arrêté.

Le protoplasme non coloré n'est indiqué nulle part.

Nous sommes donc en droit de conclure que le liège de l'assise subéreuse arrête le sulfate de fer.

Conclusions des expériences avec le sulfate de fer.

Nous constatons pour des concentrations convenables, un arrêt du sulfate de fer : 1° Contre le liège de l'assise subéreuse; 2° Contre le liège de l'endoderme, de l'intérieur à l'extérieur, et de l'extérieur à l'intérieur.

En outre, comme en l'absence de liège dans l'endoderme, le sulfate de fer n'est pas arrêté, nous pouvons conclure :

1° Que le liège de l'endoderme arrête le sulfate de fer.

2° Que pour des concentrations inférieures à $\frac{1}{15000}$, le sulfate de fer ne traverse pas le protoplasme de l'endoderme.

* * *

Autres substances ne pénétrant pas dans le protoplasme.

J'ai obtenu des résultats analogues avec l'azotate, le protochlorure de fer, le tartrate de fer, le citrate de fer, l'azotate et l'acétate de plomb, la safranine, le vert d'iode, la fuchsine, le vert de méthyle, l'éosine, l'azotate de rosaniline. Quelques-uns de ces sels sont absorbés fortement par les éléments morts de la plante. Ils se diffusent mal et pénètrent peu par une section. C'est le cas des sels précédents, sauf le citrate de fer et l'éosine, qui diffusent relativement bien. Il importe de dire que je ne me suis occupé, dans les expériences précédentes, que de l'arrêt du sel lui-même contre l'endoderme et non de ce que peuvent devenir l'acide et la base de ce sel. Ainsi, dans le cas du sulfate de fer et du citrate, le fer ne pénètre pas sensiblement dans le cylindre central, comme on peut le montrer, en séparant mécaniquement le cylindre central de l'écorce. Tandis que les acides, une fois libérés, se diffusent dans toute la plante probablement sous forme de sels alcalins.

B. — SUBSTANCES PÉNÉTRANT DANS LE PROTOPLASME

Je prends maintenant l'exemple du sulfocyanure d'ammonium, qui pénètre dans la plante, à la fois par la cellulose et le protoplasme, sans qu'il se passe rien de remarquable au niveau de l'endoderme. Aussi l'absorption de ce sel sera-t-elle vite traitée.

J'emploie le sulfocyanure d'ammonium aux concentrations suivantes : $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{4000}$, $\frac{1}{80000}$, $\frac{1}{100000}$.

Toutes ces concentrations donnent des résultats analogues, au point de vue de la pénétration du sel dans la plante. La durée des expériences est de 1 à 15 jours.

Le sulfocyanure est décelé par le perchlorure de fer dilué et l'ammoniaque, par le réactif de Nessler (réactif qui s'obtient en ajoutant un peu de potasse à une solution d'iodure mercurique dans l'iodure de potassium). Voici les principaux résultats :

1° Les racines, retirées des solutions de sulfocyanure, sont turgescentes; remises dans l'eau, elles continuent à s'accroître;

2° Sur des coupes transversales dans la racine, on observe une pénétration uniforme du sulfocyanure. Il ne se passe rien de particulier au niveau de l'endoderme. Le protoplasme est coloré.

3° On trouve toujours du sulfocyanure et de l'ammoniaque dans la tige. Le protoplasme est aussi nettement coloré (une fois traité par le perchlorure de fer, ou le réactif de Nessler). Le sulfocyanure pénètre donc dans le protoplasme. Est-il capable de traverser le liège ? Pour le savoir, je me suis adressé à la jacinthe.

J'ai répété la même expérience qu'avec le sulfate de fer, en remplaçant ce dernier sel par le sulfocyanure à $\frac{1}{2000}$.

Sur des coupes faites à la partie inférieure des racines, là où le liège de l'assise subéreuse n'est pas différencié, on observe une pénétration du sulfocyanure dans l'écorce et le cylindre central. Dans la partie supérieure de la racine, on n'observe pas de pénétration du sulfocyanure dans l'écorce (fig. 14-17).

Le sulfocyanure ne traverse donc pas le liège.
L'expérience doit être de courte durée, 24 heures au plus, car,

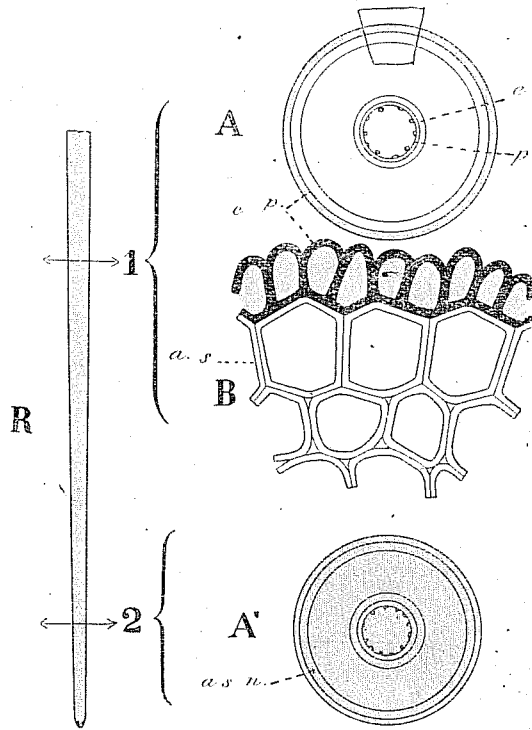


Fig. 14-17. — R) Racine de jacinthe coupée en 1 et 2.
Coupe 1. — A) Schéma ; mêmes lettres que précédemment.
B) Détail ; l'assise subéreuse subérisée empêche le sel de pénétrer dans l'écorce.
Le grisé indique le protoplasme coloré.
Coupe 2. — A) Mêmes lettres que précédemment, le sel a pénétré dans la membrane et le protoplasme.

au bout d'un certain temps, le sulfocyanure, absorbé dans la partie inférieure de la racine, monte dans la partie non absorbante.

Conclusion des expériences avec le sulfocyanure d'ammonium.

Le sulfocyanure pénètre dans le protoplasme; ceci suffit déjà à expliquer sa diffusion dans la plante, même si l'endoderme subérisé

existe. Comme le sulfocyanure ne traverse pas le liège, nous sommes en droit de conclure que ce sel, pour pénétrer dans la plante, doit passer à travers le protoplasme de l'endoderme.

Autres substances pénétrant dans le protoplasme.

Cette règle doit sans doute être étendue à un grand nombre de sels et en particulier aux azotates et aux chlorures alcalins et alcalinoterreux pour lesquels j'ai obtenu les mêmes résultats qu'avec le sulfocyanure d'ammonium.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Il ressort, des expériences avec le sulfate de fer, et le sulfocyanure d'ammonium, que les cadres subérisés sont imperméables et qu'un sel, pour pénétrer dans la plante, doit passer à travers le protoplasme de l'endoderme. Nous pouvons considérer l'ensemble du protoplasme des cellules de cet endoderme comme une membrane vivante entourant le cylindre central; cette membrane, nous l'avons vu, exerce naturellement une élection vis-à-vis des sels qui ne pénètrent pas dans le protoplasme. Elle arrêterait, sans doute, de même les sels qui seraient incapables de diffusion, une fois entrés dans le protoplasme. Je n'ai pas eu, d'ailleurs, à m'occuper de ces sels qui sont généralement si fortement absorbés par les tissus de l'écorce, qu'ils ne peuvent arriver jusqu'à l'endoderme. Nous pouvons remarquer, en passant, que l'on ne connaît pas actuellement, de membrane inerte qui se laisserait traverser par le sulfocyanure d'ammonium, l'iodure de potassium, les chlorures et les azotates alcalins et alcalinoterreux, etc., et qui serait en même temps imperméable aux sels de fer et de plomb ainsi qu'aux colorants dont il a été question précédemment. Il est fort possible qu'une pareille membrane puisse exister, mais, en attendant qu'elle soit découverte, nous pouvons regarder la membrane endodermique comme douée de propriétés très spéciales. Rien ne nous permet d'affirmer cependant que les propriétés électives de la racine soient d'une utilité quelconque pour la plante, vivant dans les conditions normales, c'est-à-dire dans le sol. Le sol peut, en effet, ne contenir que des substances capables de pénétrer dans le protoplasme. La membrane endodermique n'aurait peut-être ainsi qu'un rôle d'élection quantitatif qu'il faudrait, bien entendu, prouver par des expériences directes; je compte d'ailleurs revenir sur ces questions.

(Travail fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.)