

Une remarque faite par M. Berthier, et qui ressort de l'ensemble des analyses précédentes, c'est l'absence de l'alumine dans les cendres examinées. Les résultats obtenus antérieurement par de Saussure confirment pleinement cette observation; et si dans quelques cas on a recueilli des traces de cette terre, on a cru devoir les attribuer à l'argile qui adhérerait accidentellement aux plantes. Suivant M. Berthier, l'absence de l'alumine a très-probablement pour cause son insolubilité dans l'eau et sa faible affinité pour les acides organiques. Les sels solubles d'alumine à acides minéraux sont, on le sait, défavorables à la végétation, et dans un terrain cultivable ils ne sauraient se trouver en présence des carbonates calcaires ou alcalins sans être décomposés.

Cependant, l'alumine paraît avoir été observée à l'état de sels dans les sucs de certaines plantes; le *lycopodium complanatum*, dont l'infusion est employée comme mordant dans la teinture, contient du tartrate d'alumine (1); le même sel a été signalé dans le verjus; Vauquelin a trouvé de l'acétate d'alumine dans la sève du bouleau. J'ajouterai que dans un assez grand nombre d'analyses de cendres, provenant de plantes et de graines récoltées dans notre culture, j'ai constamment obtenu des indices d'alumine, mais je laisse à décider si la présence de cette terre était accidentelle.

(1) Berzélius, *Traité de Chimie*, t. IV, p. 130, traduction française.

La silice ne se rencontre qu'en très-petite quantité dans la cendre de bois. Elle entre, au contraire, pour une proportion considérable dans la cendre de beaucoup de plantes annuelles ou bisannuelles, et en particulier dans celle des céréales. Humphry Davy porte à 90 pour 100 la silice contenue dans l'épiderme du jonc des Indes.

Si l'on compare entre elles les cendres de bois de même espèce, crus dans des terrains de nature différente, on voit, dit M. Berthier, qu'elles peuvent différer notablement: ce qui semble établir que le sol exerce une influence sur leur constitution. Ainsi le chêne de Roque-des-Arcs, crû dans un terrain éminemment calcaire, a donné des cendres presque entièrement formées de carbonate de chaux, tandis que celles laissées par un chêne du département de la Somme contiennent beaucoup de magnésie et de phosphate calcaire (1). Les cendres d'un mûrier blanc de Nemours renferment plus de 0,10 d'acide phosphorique, et on en rencontre à peine des traces dans celles d'un semblable mûrier du terrain calcaire de la Provence. La déduction la plus remarquable que permettent les analyses de M. Berthier est celle qui résulte de la composition des cendres provenant d'arbres nés dans un même terrain. On voit que, pour les espèces analogues, les cendres ont également la plus grande analogie. On trouve, au

(1) Ces cendres provenaient du charbon de chêne; la partie insoluble a donné 0,14 de phosphate de chaux, et 0,08 de magnésie.

que les plantes avaient aspiré précisément la moitié du liquide qui les alimentait. Chaque dissolution abreuvait un nombre suffisant de plantes pour que cette condition pût être remplie en deux jours. La moitié du liquide restant après chaque expérience était analysée, et la quantité de sels qui s'y trouvait faisait connaître par différence celle qui avait pénétré dans le végétal. En représentant par cent parties la totalité de la substance dissoute, il est évident que d'après la condition dans laquelle on s'était placé, cinquante de ces parties devaient entrer dans la plante, si l'absorption des matières salines eût été proportionnelle à celle du dissolvant. Mais l'expérience a prouvé qu'en aspirant la moitié du volume du liquide normal, le polygonum avait absorbé :

15 parties	de chlorure de potassium,
13 —	de chlorure de sodium,
4 —	de nitrate de chaux,
14 —	de sulfate de soude,
12 —	de chlorhydrate d'ammoniaque,
8 —	d'acétate de chaux,
29 —	de sucre,
9 —	de gomme,
5 —	d'extrait de terreau,
47 —	de sulfate de cuivre.

Dans les mêmes circonstances le bidens a pris :

16 parties	de chlorure de potassium,
15 —	de chlorure de sodium,
8 —	de nitrate de chaux,
10 —	de sulfate de soude,
17 —	de chlorhydrate d'ammoniaque,
8 —	d'acétate de chaux.

32 parties	de sucre,
8 —	de gomme,
6 —	d'extrait de terreau,
48 —	de sulfate de cuivre.

Il résulte de ces expériences, que les plantes ont absorbé les diverses substances qui leur ont été présentées; mais, sans exception, elles ont aspiré l'eau dans une plus forte proportion que les matières dissoutes.

En multipliant et variant ces expériences, de Saussure est toujours arrivé aux mêmes résultats généraux. Les plantes ont constamment pris plus de sels alcalins que de sels calcaires, plus de sucre que de gomme, bien que les quantités absorbées des différentes matières aient varié considérablement.

Le sulfate de cuivre a offert, dans le cours de ces recherches, une anomalie qui s'explique aisément. On voit, en effet, que ce sel, évidemment nuisible à la végétation, a été aspiré à plus forte dose. Cela provient de son action corrosive sur les racines. Le sulfate de cuivre les désorganise; et ces organes une fois détruits, l'absorption se fait avec plus de vitesse, et en plus grande abondance. C'est qu'une racine privée de ses fibres chevelues se trouve dans la condition d'une tige, d'une branche dont la section fraîche est plongée dans un liquide. L'observation prouve effectivement que des substances dissoutes, qui, par leur viscosité, ne sont pas susceptibles de pénétrer dans une racine saine, s'introduisent, au contraire, facilement dans une tige, dans une branche, en

quantité assez forte pour les colorer fortement, si une matière tinctoriale est offerte à l'absorption.

Dans les expériences précédentes, la dissolution ne contenait qu'une seule substance. Dans celles qui vont suivre, de Saussure a dissous, dans l'eau, deux ou trois sels réunis, un mélange de sucre et de gomme, afin de s'assurer si les plantes feraient une élection particulière de ces dissolutions mixtes.

Dans 793 grammes d'eau, on a dissous deux ou trois espèces de sels; le poids de chaque espèce était de 0<sup>gr</sup>.,637. L'eau pouvait donc contenir de 0,0016 à 0,0024 de matière saline. Comme dans les expériences antérieures, on a fait absorber aux plantes exactement la moitié des dissolutions. L'analyse a indiqué la quantité et la nature des substances restées dans le liquide non aspiré, et par suite les sels qui avaient pénétré dans le végétal.

Pour former le tableau résumant les résultats obtenus, on a représenté, par 100 parties, le poids de chaque sel particulier qui entrait dans la dissolution.

TABLEAU.

POIDS DES SUBSTANCES DANS LA DISSOLUTION SOUMISE A L'EXPERIENCE.	Poids des substances prises par le polygone, en aspirant la moitié de la dissolution.	Poids des substances prises par le bitens, en aspirant la moitié de la dissolution.
100 parties en poids.		
Sulfate de soude effleuri.....	12	7
Chlorure de sodium.....	22	20
Sulfate de soude effleuri.....	12	10
Chlorure de potassium.....	17	17
Acétate de chaux.....	8	5
Chlorure de potassium.....	33	16
Nitrate de chaux.....	4	2
Chlorhydrate d'ammoniaque.....	16	15
Acétate de chaux.....	31	35
Sulfate de cuivre.....	34	39
Nitrate de chaux.....	17	9
Sulfate de cuivre.....	34	56
Sulfate de soude.....	6	13
Chlorure de sodium.....	40	16
Acétate de chaux.....	traces.	traces.
Gomme.....	26	21
Sucre.....	34	46

De Saussure a confirmé ces résultats en opérant sur la menthe poivrée, le pin d'Écosse, et le genièvre commun.

La section des racines, leur destruction favorisent, nous l'avons déjà vu, l'introduction des matières dissoutes. Des plantes dont les racines avaient été enlevées n'ont plus choisi les substances dissoutes d'une manière aussi prononcée; après cette mutilation, elles les ont absorbées à peu près indifféremment, à plus

fortes doses, et sensiblement dans le même rapport que l'eau qui les tenait en dissolution.

Les racines pourvues de fibres chevelues laissent donc pénétrer dans les plantes telle matière dissoute, de préférence à telle autre. Les chlorures de potassium et de sodium, par exemple, les traversent plus facilement que l'acétate et le nitrate de chaux; le sucre plus aisément que la gomme; et, de même que lorsque ces substances sont isolées, elles sont, dans leur association, absorbées dans une proportion beaucoup moindre que l'eau de la dissolution.

De Saussure n'est pas disposé à admettre que la sorte de préférence que les plantes montrent pour certains sels, pour certaines substances dissoutes, résulte d'une faculté particulière, ou d'une affinité. Il croit devoir l'attribuer au degré de fluidité, ou de viscosité, communiqué à l'eau par les différentes matières dissoutes. Ainsi, l'acétate et le nitrate de chaux donnent, avec la même proportion de liquide, des solutions plus visqueuses, passant plus difficilement à travers un filtre que les sulfates et les chlorures alcalins; ces derniers sels ont aussi été absorbés par le végétal en plus grande abondance que les sels calcaires. La gomme, qui communique à l'eau plus de viscosité que le sucre, est aussi moins absorbable. Enfin, c'est l'eau pure que les végétaux ont préférée à toutes les autres.

Dans les résultats des incinérations que nous avons fait connaître, on a pu voir que, dans beaucoup de plantes, les sels s'y rencontrent dans une proportion

très-faible. C'est ce qui a porté plusieurs physiologistes à considérer les substances minérales qu'on trouve dans les végétaux, comme purement accidentelles, et par conséquent inutiles à leur existence. De Saussure observe que leur peu d'abondance n'est pas un indice de leur inutilité, et il rappelle que le phosphate calcaire, qui fait partie de l'organisation d'un animal, n'y entre peut-être pas pour un cinq centième de la masse totale, bien que personne n'ait songé à contester le rôle important que ce sel joue dans la constitution des os. Nous ajouterons que, comme les phosphates ont été rencontrés, par de Saussure, dans toutes les cendres de végétaux qu'il a examinées, et que les analyses exécutées depuis ces premiers travaux sont venues confirmer la généralité du principe posé par ce célèbre chimiste, nous n'avons réellement aucune raison pour affirmer qu'une plante puisse exister sans l'intervention des sels. Au reste, il est des plantes annuelles qui, quand on les brûle, laissent plus de dix pour cent de résidu; celles qui sont cultivées dans un sol privé de matières salines ou alcalines, arrosées avec de l'eau distillée, vivent, il est vrai, mais elles n'acquièrent jamais la vigueur que leur donne une terre fertile; et, en fait, dans les expériences où l'on fait développer des plantes dans de telles conditions de stérilité, il n'y a pas, il ne peut pas y avoir absence absolue de substances salines, les graines avec lesquelles on expérimente, renfermant nécessairement une certaine dose de sels. Ainsi, dans les observations décrites dans

contraire, que les arbres de genres très-distincts, donnent des cendres d'une nature fort différente; résultats qui mènent à cette conclusion importante, que les plantes ont la faculté de choisir dans le sol les substances qui conviennent le mieux à leur organisation spéciale.

Les matières qui forment la cendre ne sont pas toutes à l'état où elles se trouvaient dans le tissu végétal. Dans les plantes il existe constamment des acides organiques, le plus généralement unis aux bases minérales. Pendant l'incinération des plantes, les acides organiques sont détruits, et le résultat de leur destruction est un carbonate alcalin, si l'acide préexistant était uni à la soude ou à la potasse; un sel végétal calcaire donnera du carbonate de chaux; un sel magnésien produira de la magnésie: à cause de la propriété bien connue que possède cette terre, de ne pas retenir l'acide carbonique, à une température élevée. Ainsi, la majeure partie des carbonates qui entrent dans la composition des cendres se sont formés par le fait même de l'incinération. Les sels qui peuvent résister à l'action d'une forte chaleur, comme les phosphates, les sulfates et les chlorures, sont les seuls qui aient conservé dans les cendres l'état sous lequel ils existaient dans la plante vivante.

L'eau étant le véhicule qui transporte les sels minéraux du sol dans les végétaux, nous n'apercevons pas toujours comment ils y pénètrent. Pour expliquer dans les plantes la présence d'un sel insoluble, comme le phosphate de chaux, de Saussure admet,

d'après des expériences satisfaisantes, qu'il existe des phosphates doubles de potasse et de chaux, de potasse et de magnésie (1). D'ailleurs, bon nombre de corps, considérés en chimie comme insolubles, ne le sont probablement pas d'une manière absolue. La silice paraît posséder un certain degré de solubilité, du moins M. Payen l'a-t-il rencontrée en quantité très-appreciable dans l'eau qui jaillit du puits artésien de Grenelle, et dans l'eau de la Seine. On sait, en outre, que plusieurs sels terreux insolubles (et le phosphate de chaux est dans ce cas) se dissolvent à la faveur de l'acide carbonique que contiennent toujours les eaux dont le sol est imbibé. Enfin, il n'est pas improbable que certains sels insolubles prennent naissance dans les tissus mêmes des plantes, par l'arrivée successive et l'action réciproque de sels solubles.

Il nous reste à examiner maintenant par quelles voies les substances salines sont introduites dans l'organisme des végétaux, et dans quelles limites peut s'en charger l'eau qui sert à entretenir la vie des plantes; car c'est un résultat d'expérience, pour ainsi dire vulgaire, que les dissolutions salines douées d'un certain degré de concentration agissent d'une manière nuisible sur la végétation.

Le chevelu qui termine les racines a un tissu trop serré pour laisser passer autre chose que des fluides. Tous les essais tentés, dans le but de leur faire absorber des corps solides infiniment divisés et tenus

(1) Saussure, *Recherches chimiques, etc.*, p. 321.

en suspension dans l'eau, ont été infructueux. Dans ces tentatives, les racines ont fonctionné exactement comme des filtres parfaits, auxquels nous ne saurions comparer ceux que nous employons dans nos laboratoires. Il y a plus : les dissolutions les plus faibles ne sont pas absorbées entièrement, il se fait une sorte de départ, et une portion du sel dissous abandonne l'eau, au moment où elle pénètre dans la racine. C'est ce qui ressort des recherches faites par de Saussure, pour constater : 1<sup>o</sup> si les plantes absorbent les substances dissoutes dans le même rapport qu'elles absorbent l'eau (1); 2<sup>o</sup> si les plantes font un choix parmi les différentes substances tenues en dissolution (2).

Dans des dissolutions contenant huit dix millièmes de chacune des substances suivantes :

Chlorure de potassium,

Chlorure de sodium,

Nitrate de chaux,

Sulfate de soude,

Chlorhydrate d'ammoniaque,

Acétate de chaux,

Sulfate de cuivre,

Sucre candi,

Gomme arabique,

Extrait de terreau,

(1) Saussure, *Recherches chimiques, etc.*, p. 247.

(2) Saussure, *Recherches chimiques, etc.*, p. 253.

on fit plonger des plantes de *polygonum persicaria*, pourvues de leurs racines. Avant de commencer les expériences, les *polygonum* avaient séjourné pendant quelque temps dans l'eau distillée, jusqu'à ce que leurs racines eussent pris un commencement de croissance (1).

Les plantes ont vécu à l'ombre pendant cinq semaines, en développant des racines dans les dissolutions de chlorure de potassium, de chlorure de sodium, d'azotate de chaux, de sulfate de soude et d'extrait de terreau. Elles ont languie sans prendre aucun accroissement, dans la dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque; et n'ont pu se soutenir dans l'eau sucrée, qui s'altérait promptement, qu'en la renouvelant avec fréquence. Les *polygonum* sont morts au bout de huit à dix jours, dans l'eau gommée et dans la solution d'acétate de chaux. Ils n'ont résisté que deux à trois jours dans l'eau renfermant le sulfate de cuivre.

Des observations exactement semblables faites sur des *bidens cannabina* ont offert les mêmes résultats, avec cette seule différence, que cette plante a moins résisté que le *polygonum*.

Pour évaluer dans quelle proportion les substances dissoutes ont été absorbées, relativement à l'eau, de Saussure a fait usage des dissolutions employées précédemment; mais il terminait l'expérience, lors-

(1) L'extrait de terreau n'entraîne que pour deux dix millièmes dans la dissolution.