

INDIAN Botanic Garden Library  
**BOTANICAL SURVEY OF INDIA**

CLASS NO. 581-1  
BOOK NO. C.A.N.-1  
ACC. NO. B-7442



A-8

63  
12-1

# PHYSIOLOGIE VEGETALE

EXPOSITION DES FORCES

ET DES FONCTIONS VITALES DES VEGETAUX

POUR L'INSTITUT NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE  
ET BOTANIQUE GÉOGRAPHIQUE  
ET AGRICOLE;

PAR M. AUG.-PYR. DE CANDOLLE.

TOME PREMIER.

PARIS.

BÉCHET JEUNE,  
LIBRAIRE DE LA FACULTE DE MÉDECINE,  
PLACE DE L'ECOLE DE REDICIER, N° 4

1832



## PREFACE.

LES cours de botanique que j'ai faits depuis bien des années se composent de plusieurs parties qui, réunies ensemble, forment la science des plantes, mais qu'on ne saurait en analyser d'une manière difficile, soit pour souligner sa propre force; dans un travail aussi long, il suit pour permettre à l'étudiant d'étudier la portion qui l'intéresse le plus. Ces parties sont de trois sortes, savoir, les unes fondamentales, les autres *At^estjires* ou d'ap^lication (1).

i) *Uorganographie* ou la description\* des organes, même extérieurs qu'intérieurs, qui est la base de toute la science^ et notamment des deux parties suivantes (3).

a\*. La *physiologie*, qui cherche à déduire de l'étude des organes ce qui est relatif à la vie des plantes (3).

3) La *methodologie* qui s'occupe à déduire de

---

(1) Toutes ces divisions seraient également applicables à l'histoire du règne animal.

(2) L'*Organographie* a été publiée en deux volumes in-8° en 1827, et traduite en allemand par M. Meissner, en 1828.

(3) Mon premier cours sur cette branche a été fait en 1804, au Collège de France. J'en ai publié un extrait fort succinct en

vj

PRÉFACE.

L'étude des organes jérucipcs et les thodes de la classification (1 Jdcs <itres.

• Je range parmi les parties accessoire de la science:

i\* **La hotuniquegeographujun**, qui deduit des deux parties **pr^c^dcnles** le\* loisou les fails ge\*n&-**raux** reialifc a la distribution des \<Sgetaux vivans sur Le globe (a).

a". La *botamque oryctologiqtte*, qui **recherche**

1805, dans *LI Principes d« botanijur* qui AUPL en t«t« do la Hi >re française. Get t'vtrniL<sub>t</sub> quoiqu'il uit cO publie auiai ft p\*)!, n\*a peut-être pas 6tc .n.^' omnu qu'il aurlit pti l\\*tn?, pare\* qu'M iaisail purtuf d'une flort\* t'u l'im n'a pa\* l'tiuliiuded'filk'r chur-cher < : lidd j>liviiologii; nnis it a crpi<ndsDis^< icommedt point de depart & divers ivritt sithst-iptcws. Je dui\* dvs remerct-ment\* i ptusifui\*\* boiaui.\*lfs de\* plus bnbilut Jo uoire Age, pour la *mttni&re* obligeantedonl i la L<mt citf; d\*utjl>\* lui oni JkUttfl honneur d'un ttutrt? jicitr : t <P> HVn •nrir ntlopi^ Ics upimoti\*, et souvent traduii teMUcllt'mt'ut plusicura JM|'iire» 3-111\* leciler. Celui aujut'l j« punn-aiA ffpccialotitem reprocher eelte tidopliou utl (KU II>p paicrnelle de cot cent de mu jmtiouc, \*«my, ai Tou-vrage acluel tunibe enUU sc« main\*. que cviu-ciicoiuUuccuc m'o pw «npfc^ de njndre hommage a ce qu\l i ftii fi'mil« po>» raTonccieut de la ph^siologift t«Jg-itale.

(i) En aacndiint U publicaliop de celle [>ailic, on pcul trou-ver LCJ b>\*ejj de! ma maniere dtt ta cou^iddi-cc, d.iui U Theorie elémentaire de la botanique. (1 vol. in-8°, 1<sup>re</sup> Mit., 1813; 2<sup>e</sup> edit. i8iq)\* et les résultats » diio\*le *PrixttvntttS systemati\* miturofo*, don't il a pn«i qDairooluiu^ de 189} • \*83o,

(2) Lei ka»« d'après It-\*\*jucllc5 jo constderc cctte bi un cbe de la science, son f cons guj^, 1<sup>re</sup> dans <> anicli; <n 1/« du rcoud volume de la Flore française (1805); 2<sup>e</sup> dans l'article *G...*

\*

Phis Loire des végétaux fossiles considérés dans leurs rapports soit avec les végétaux du globe, soit avec les formes des végétaux vivans ('),

**3\*.** La *botanique historique*, qui montre par quelic voie la science est arrivée à son terme actuel («).

Je considère comme parties d'application ;

**i\*.** La *botanique agricole*, qui est l'application de la plupart des branches précédentes à la culture des végétaux (3).

**a\*.** La *botanique médicale*, ou l'application de ces matières parlées à la médecine (^).

---

*phie botanique agricole*, du Dictionnaire d'agriculture, publié en 1820, dans l'article *Geographie botanique*, du Dictionnaire des sciences naturelles, publié en 1820, dans le volume, «i l'ouvrage

(i) Les bits de ce volume sont : «at ir\*\*\*bjim ucliot^« dans l'ouvrage de MM. Le Couteur et de Hérabrie (Flore du monde primitif). et AïoI[>l\*«! Brangnurt (ilhLoire des Y&nkjuifajisile\*).

(aj U\*i «p«t\* \*\*° e e U e P»rtie , extra it Jo mei couri aur «ttt obj«t, a ell iiiAiDu A Varlicit *Pfytographre ou l'histoire classique d'histoire naturelle*.

(3) J'i fail %i- coura deux fi\*\* urulviticnl. 3 ai ou It boubeur d'y compter [Mrroi nics auditeur\* mir tlainc, rM'' M... ]irin:oiinoe pur sun uleut i>utir lei ourrnt-s rlc niruuiro, ri qui er » tiré les principaux matériaux d'un ouvrage >Qglaii intitulé \* *Conversations on the vegetable physiology* (2 vol. in-12, London, 1829). Il a été traduit en français ; par M. Macaire, en 1850. i vol. in-8K

... plantes, comparées :\*\*rc Jcun. forme\* eM^icm ci et Ici ctaMificattOV Tiot«relle

3°. La *botanique économique*, qui **comprend** l'étude de tous les autres genres d'applications des végétaux aux besoins des hommes (i).

J'ignore si le temps, la santé, la volonté même permettent d'achever la rédaction, non de ces divers ouvrages, **mais** moins de principalement j'ai cru devoir en présenter ici **le tableau** pour (faire comprendre et l'étendue de la science, et les causes pour lesquelles, guidé par des vues générales, je **retiens** dans certaines de ces parties quelques objets qu'on a coutume d'y voir ligurés. Déjà j'ai publié en 1837 *l'organographie*, que je regarde comme la base de la science entière. Aujourd'hui, encouragé par l'accueil que j'ai reçu de ce premier essai, **je** publie la seconde des parties *indiquées* ou *h* physiologie.

Je suis loin (je m'occupe aussi directement occupé de cette partie que de la **symétrie** organique des végétaux; mais j'ose croire cependant **que** mon travail sur ce sujet pourra présenter quelque utilité, surtout sous le rapport de renseignements,

---

*l'organographie*, in-8°, 1816; trad. en français par M. Virey en 1818), peut donner une idée de l'utilité de cette partie.

(i) **Cultures** de **maïs**, **etc.**, **qui** **peuvent** **être** **appliqués** **à** **la** **nutrition** **de** **l'homme** **et** **des** **animaux** **domestiques** **tiennent** **le** **premier** **rang**.

et dea idces gtafralca propres à Her en u« taisceau  
 com tin n los»<sup>1</sup>>mn<'iies drrreres di\* la M'iciice. Uii'<sup>v</sup>  
 partici\|t) iiiivjomirsiL\*a i\*t«CXCIUM^ imeutconsacree  
 .1 In plivsiolojfiie des^ptaates. La connaissanro jlrtail-  
 \6eil<i Porgnno.; aphic cst('' '[ni jusqifi prdscnlale  
 plus tnanquti Jtix physiologies, rē re qai peul le  
 micux donner les moyens <ftppr4cicr les tr.iv.mx  
 publie's. Ceux-<;i on I etc jn.ititues sous tic\* puinls  
 de vue trds-<ltvers: ils out t'k5 dirig^s tan tot jur des  
 hommos uniquement voudsatft sciences physiques,  
 sans rrtides pr^alailo^do physiologic, et par consé-  
 quent sans .-ippr^ciaiion de l'aclofi vitalc; tantôt  
 par des personnes cnlicrcmenr vou^cs à la pratique  
 derhorticulture, et par consequent s.ins »ne appr6-  
 t taiioii suflisjnie dfi lois d'c Porgauograpbie on de  
 la dnmie; tantdt eafin par des hommes krlllement  
 prccoccupcs den études de pliy^iologie animale et  
 deaodlogic^qu'ib ont tendu h exag^rcr les rapports  
 (trfe-rcels dan\* oeriains ftirittes) cjuì existent eufc  
 \C9 deux rignci or^ani|U0H, Sum <Hrc ni physiriflf  
 ai chimiste. DiZoolOgtsto^i agronomc^ j'ni cepcii-  
 dant coisacii tjuclijiics portions d« in a vie a ces  
 diTcrscs études-, et j'ni tent^ de fuirc dc chacune  
 d\lles une application vaisonncr el impartiale à la  
 I'ltv-iologiodesv^gdtaux. Lcstravilux publicsdin-  
 lean in Mjt cette ^tude'sont disp^s^s dans uno  
 tbulc de m^moiiTH ou d'uuy rages spdeiaux, cl on a  
 besoin d'etre cordonnea et comparés, pour qu'on

puisse apprécier l'état réel de la science. Ces coordinations ou ouvrages généraux deviennent d'autant plus nécessaires, que les publications isolées des journaux deviennent plus fréquentes et se substituent peu à peu à tous les genres de publications plus méthodiques. La physiologie végétale, en particulier, me semble avoir, plus qu'aucune autre étude, un besoin urgent de coordination pour diriger les travaux ultérieurs de ceux qui s'y vouent. Elle se compose en effet de documents déduits de tant de sciences, différentes, et dont quelques-unes ont tellement changé de face depuis un demi-siècle, que fort peu, de ceux même s'y sont le plus complètement dévoués, en ont approfondi toutes les branches.

L'ordre que j'ai adopté dans cet ouvrage est calqué sur celui de l'Organographie, de telle sorte, que ceux qui trouveraient inutile d'étudier d'abord la structure tout entière avant d'en venir à l'étude de la vie végétale, pourraient lire alternativement un livre de l'Organographie et le livre correspondant de la Physiologie. Ainsi, dans le premier livre de l'étude des organes, j'ai examiné la structure des organes fondamentales des plantes. Le premier livre de la Physiologie est consacré à l'étude de leurs forces élémentaires; mais comme les faits desquels on peut déduire la théorie de ces forces supposeraient le plus souvent la connaissance des

fonctions, je me suis borné dans cet examen préparatoire des forces aux idées les plus simples et les plus indispensables pour la suite.

Le deuxième livre de l'Organographie fait connaître les organes fondamentaux, qui sont aussi ceux sur lesquels se fonde la nutrition des individus. Ce sujet, très-complexe par lui-même et avec tous les phénomènes, a pu être très développé : j'ai cherché au contraire à le réduire à ce qu'il a d'essentiel, afin de le rendre plus clair; j'ai donc rejeté dans les livres suivans tout ce qui n'était pas strictement nécessaire pour faire comprendre le système général de la nutrition.

Le troisième livre de l'Organographie comprend les faits relatifs à la structure des organes de la reproduction. Celui de la Physiologie comprend ceux relatifs à leurs fonctions, et j'ai eu soin d'en retrancher de même tous les détails qui ne sont pas strictement mis aux moyens par lesquels l'espèce tend à se reproduire.

Dans le quatrième livre de l'Organographie, j'ai réuni tous les faits relatifs à la structure des organes produits par le développement ou la métamorphose de ceux qui servent originellement ou à la nutrition ou à la reproduction. Dans le cinquième livre de la Physiologie, j'ai décrit tous les phénomènes qui sont des accessoires de la nutrition ou de la reproduction, et qui s'appliquent

reaiment aux organes de ces deux fonctionqs, tels que la soudure, la coloration, la direction, etc., des parties.

Ce livre aurait pu sans difficult^ comprendre tous les faits que j'avais h dessein (5vit^ d'introduire dans l'expos^ m^thodique de la nutrition et Ac la reproduction; mais il m'a paru qu'il ^ta it n^cessaire de les consid^rerAous un autre point de vue, et j'ai consacr^ un cinqui^mc livre ^ l'examen de l'influenc^ que les ag^ns ext^rieurs exercent sur les v^g^taux : j'y ai envisag^ Faction de ces agens dans ses rapports avec les am^liorations et lcs derangemens qu'ils peuvent produire dans la v^g^tation; ce qui m'a donn^ l'occasion d'indiquer lcs principes de fa^nosologie v^g^tale^ et une partie de ccux de la botanique agricole et de la g^ographique botanique. Ce livre, plus pratique que lcs pr^c^dents, contient un grand nombre d'applications de la science physiologique h ta culture d^s plantes. # .

Enfin, de m^nu; qa'en t^raninant l'Organographie, j'avais tent^ tic signaler lcs pobits de Id structure v^g^tale qui me paraissaient *exiger* Je noli-velles r^cherches^ ici, jet ^ plus juste litre, je termine cet ouvrage par indication sommaire <lcs recherches par lcsquelles les chim'istcs, lcs physi-iciens, lcs agriculteurs, lcs voyagcars et les botanistes-peuvent concourir k ^cUVer l'histoiro des lbnctions des plantes. J'indiqu\* dans, cette sorte

d'agenda physiologique un grand nombre de questions que dès long-temps m'étais adressées à moi-même, et de la solution desquelles j'espérais m'occuper un jour; mais les années qui sont écoulées commencent à me faire mieux comprendre la vérité de l'ancien adage, que l'art est long et la vie courte; d'ailleurs, le vif désir que j'ai de pouvoir terminer le *Prodromus*, soit rénumération méthodique des végétaux, réclame tout mon temps; je pense donc être plus utile à la science en livrant à la recherche des amis de la physiologie tous mes doutes, tous mes soupçons, tous mes plans de recherches, plutôt qu'en les réservant pour des travaux futurs, que peut-être je n'aurais pas le temps d'exécuter.

Je n'ai pas craint, dans cet ouvrage, de montrer et découvrir les doutes que je conserve sur une multitude de points de la physiologie végétale; car il est plus de sciences où le doute soit plus nécessaire; il en est peu où l'on puisse mieux dire avec un romancier philosophe que *le point d'interrogation est la clef de toutes les sciences*. Je sais qu'il est de ces personnes qui ont une espèce d'horreur pour cet état d'indécision, et qui, pour l'éviter, aiment à embrasser des hypothèses hardies, au risque même d'admettre des erreurs. Je me vante peu de cette disposition d'esprit, lorsque je vois presque partout l'éducation scolaire bornée

aux études qui admettent le moins l'emploi du doatc, les langucs} les mathématiques, etc. Dès qu'on vient à quitter ces études, et qu'ori arrive à se me'surer avec les sciences complexes, 01\* ne tarde pas à s'apercevoir que tous lcsòbjets ont un grand nbmbre de faces, et qu'il faut renoncer à Fesprit affirmatif de la première instruction. On pourrait peut-^tre prouver, si e'en &ait ici la place, que toutes les erreurs accredits dans le monde sur les sciences sociales et naturelles tiennent à ce qu'oir trop accoutumé la jeunesse aux sciences les plus positives, et point assez à celles oil il faut peser un grand nombre d'argumens contradictoires. La logique de ces dernières Etudes est plus difficile peut-Atre; mais elle s'applique mieux que relic des sciences affirmatives h la conduite ordinaire de la vie. Il scraitaussi piquant de montrer, si e'en était ici le lieu, combien il existe de rapports dans la logique des études relatives aif corps social ouaucprps [analyse, k l'^conomic rurale et à la médecine, etc. physiologie, commeV^conomie politique, a besoin de documens tirés d'unc foule deludes divo^es. C'estcequi fait à la fois et son charme e^ difficult^, . J'ai t&ché dans eel ouvragp de r^unir le plus possible de faits, d'òbscrvations>et\*d'expériences relatives à 1\* vie des végétaux, afin de les coordonner avec quelque précision; iraU, dans chrfcune de ces donn^es, j'ai r&luit SQD exposition à

ce qui est rigoureusement relatif au point de vue sous lequel je la rapporte. On pourra croire que ces citations sont incomplètes, tandis que je divise à dessein certaines narrations pour ne pas contremettre des objets hétérogènes. On pourra blâmer aussi des répétitions plus apparentes que réelles, et qui tiennent à la nécessité de considérer le même fait sous plusieurs rapports. Au reste, tout en citant autant de faits qu'il m'a été possible, je n'ai point dissimulé les doutes que je conserve de temps en temps sur leur authenticité, ou leur signification réelle, et j'ai tâché de me conformer au mot profond de Montaigne : « Ce n'est pas assez de compter les » expériences; il les faut poiser et assortir, et les » faut voir digérées et amalgamées pour en tirer » les raisons et conclusions qu'elles portent (i). »

Parmi les faits que j'ai eu devoir réunir pour former un ensemble, il en est un grand nombre qui se rapportent à la composition chimique des végétaux. Je dois avouer, d'un côté, que, durant peu occupé de ce sujet, je n'ai guère fait autre chose que « coordonner avec autant de soin qu'il m'a été possible les travaux des chimistes; de l'autre, que la liaison de ces faits avec la physiologie n'est pas toujours bien évidente; mais (je ne sachant & quelle limite m'arrêter, j'ai préféré en donner le

---

(i) Essais, Mit. » 4 p. 0 typ. de Didot, vol. 4i P. 47.

tableau complet. J'ai fait distinguer dans l'impression, par un caractère plus petit et semblable à celui des notes!, les parties un peu accessoires ou qui ne doivent être considérées que comme des dépôts de documents. J'engage les lecteurs à les remettre à la lecture, et à les réserver pour les cas où par des recherches spéciales ils seraient appelés à les consulter.

La physiologie est de toutes les branches de la botanique celle qui se prête le plus agréablement à l'enseignement public, et qui peut-être est la moins faite pour réussir sous forme de livre. On permets celui qui parle les digressions, les exemples multiples et quelquefois même répétés sous diverses formes. On exige avec raison plus d'ordre chez celui qui écrit à toute reposée; mais ce désordre apparent est ici un ordre réel: les moindres phénomènes de la vie sont si compliqués, qu'il faut les éclairer sous plusieurs points de vue, si on veut les faire comprendre et on y est d'autant plus obligé que la vie ne perd pas encore, comme la structure des plantes, se réduire à un petit nombre de lois. Je réclame donc l'indulgence de mes lecteurs pour qu'il y aura d'incomplet et de défaut. Dans cet ouvrage; je la réclame, soit hors de ces difficultés qu'il m'a présentées dans la rédaction (i), soit aussi

---

(i) J'aurais voulu donner une idée de ces difficultés, en disant que l'ouvrage actuel est une réduction totale que j'ai

à raison de l'utilité que tout imparfait qu'il est, il pourra offrir aux amis de la science. J'ose espérer qu'à force d'indiquer les lacunes, il fera naître des recherches utiles aux progrès de la science, et qu'il dirigera les réflexions des agronomes sur les parties théoriques et générales de l'agriculture ; art immense qui, considéré dans son essence réelle, n'est cependant qu'une application de la physiologie végétale. C'est dire assez le rôle de cette science dans l'ensemble des connaissances humaines.

La Perrière, près Genève, le 1<sup>er</sup> août 1831 (1).

---

faite en ma vie de mon Cours de physiologie, savoir, en 1804 & l'occasion de mon premier cours au collège de France ; en 1811, après mes premiers cours à la Faculté de Médecine de Montpellier ; en 1829, lorsque je préparais les cours de botanique agricole faits au musée de Genève, et en 1831 actuellement.

(1) Les circonstances où la librairie s'est trouvée en 1831 ont retardé la publication de la plupart des journaux scientifiques ; de sorte que plusieurs des cahiers qui portent une date antérieure à celle que j'indique ici, ont réellement paru long-temps après. Je prie donc qu'on ne m'impute pas les omissions apparentes qui pourrout résulter des fausses dates de ces publications.

---

---

# TABLE DES CHAPITRES.

---

## PREMIER VOLUME.

### LIVRE PREMIER.

DE LA VIE VÉGÉTALE Et GÉNÉRAL.

	Pages.
CHAP. I". Considerations générales sur la physiologie	i
CHAP. II. Propriétés du tissu des végétaux.	io
§. i. En général.	<i>ibid.</i>
§. 2. Extensibility.	12
§. 3. Elasticity.	,3
§. 4. Hygroscopicité.	i5
CHAP. III. Propriétés vitales des végétaux.	-21
§. 1. Excitability.	22
§. a. Irritability.	a5
§. 3. Sensibility.	29
CHAP. IV. Des organes qui servent de sièges principaux à l'excitabilité végétale.	35
CHAP. V. Des causes ou agents qui mettent en jeu ou qui modifient l'excitabilité végétale.	45
CHAP. VI. Des fonctions végétales en général.	5t

### LIVRE II.

DE LA NUTRITION ET DE LA VIE DES INDIVIDUS.

CHAP. I. De la nutrition des êtres organisés en général.	53
CHAP. II. Absorption de la sève par les vaisseaux vasculaires.	5Q
§. 1. Organes de l'absorption.	<i>ibid.</i>

	Page*.
§. 2. Force qui determine Tabsorptioif.	66
§. 3. Nature du liquicje absorbé piJr les racines.	71
CHAP. 1^1. Marche de la sève ascendante dans les v^gè- ILUX vasculai res.	81
§. 1. Route de la sève ascendante.	<i>ibid.</i>
§. 2. Vitesse , force et quantity de la sève.	89
§. 3. Causes de Tascension de la sève.	96
CHAP. IV. Emanation ou exhalaison aqueuse des vege- taux vasculaires.	107
CHAF. V. Action de l'atmosphgre sur la nutrition.	117
§. 1. Rapports des parties verteravec l'acide carbo- nique.	<i>ibid.</i>
§. 2. Rapports des parliesvertesavecroxigendclair.	102
§. 3. Rapports des parlies du végétal qui ue sont pas vertes avcc Tatmosphc^e.	i35
§•4* Consequences tbéoriques des faits re/lat^s dans les articles pr^c^dens.	i4 <sup>f</sup>
CHAP. Y£.*Des sues descendans'en général.	146
<JHAP. VII. Des sues nourriciers.	167
§. 1. Du sue nourricier en général.	<i>ibid.</i>
§.2. De la gomme.	169
§. 3. De la fécule.	176
§. 4* Du sucre.	188
J. 5. De la lignine.	194
§.6. Considérations gtaeVales, déduites des  >ar«- graphes précdens.	ao 1
CHAP. VIII. Des sues se're'tc's en gdu^ral.	212
CHAP. IX. Des excretions.	219
§. 1. Excretions volatiles.	<i>ibid.</i>
§• 1* Excretions acides.	221
§. 3. Excretions caustiques.	222
§• 4" Excretions diverges iks glandes et des poils.	224
§. 5. Excrétions gluantes des surfaces folja_c^fes ou cor- ticalos.	225

	Ptges.
g. 6. Excrétions circuses.	229
§. 7. Enduits glaireux <sup>1</sup> des planter aquatiques.	235
g, 8. Excrétions salines.	236
§. 9. Excretions saccharines.	237
g. 10. Excrétions des nectaires et ies organes sexuels.	241
§. 11. Pulpe des fruits.	245
§.12. Excrétions des racincs.	248
g. i5* Excrétions fausses ou douteuses.	251
CHAP. X. Des se'cre'tions re'crémentiticles ou des sues propres.	256
Art. I <sup>ef</sup> . Des sues laitēiix.	258
Art. II. Des sues re <sup>&gt;</sup> si <sup>r</sup> ?ux, gomme-re'sineux, etc.	274
Art III. Des huiles essentielles ou volaliles.	284
Art. IV. Des huiles fixes ou grasses.	294
CHAP. XI. Des se'cre'tions locales qui ne sont jamaisrejetées au dehorsnī transporters en nature d'un organe k l'autre.	304
g. 1. Matures acides.	306
A* Acides hydrocarbonés.	307
B. Acides suroxigēne's.	310
C Acides surhydrog <sup>^</sup> nés.	320
D. Acides azote's.	322
g. a. Matières azotées neutres.	324
A. Propres au règne v <sup>^</sup> g <sup>^</sup> tal.	326
B. Communes aux deux r <sup>è</sup> gnes.	336
g. 3. Matures alcaline <sup>3</sup> .	33g
A. Alkali volatil.	<i>Hid.</i>
B. Alcalo'ides.	33 <sup>^</sup>
g. 4« Matières surhjdrogēne'es ou r <sup>^</sup> sino'ides.	350
g. 5. Matières tannantcs.	359
g. 6. Matières coloranles.	36*
A. Des corps lignoux d'exogēnes.	36a
B. Des forces d*exogēnes.	364
C. De« bois , rliizomcs et racines dēndogēnes.	366

	Pages.
D. Des parties foliacées.	367
E. Des fleurs.	874
F. Des fruits.	37 <sup>5</sup>
G. Des lichens.*	^76
§. 7. Récapitulation et considérations générales sur ce chapitre et le précédent. Tableau synoptique de la composition élémentaire des matériaux des végétaux.	377
CHAP. XII. Des matières minérales qu'on trouve dans les plantes.	<b>379</b>
Art. I <sup>e</sup> *. Introduction.	<i>ibid.</i>
Art. II. Des matières purement minérales.	38i
§. i. Énumération.	<i>ibid.</i> <sub>%</sub>
A. Terres et sels terreux.	382
B. Alcalis fixes et sels alcalins.	385
C. Matières et combinaisons métalliques.	^88
2). Corps non métalliques et terreux.	£89
§. a. De l'histoire physiologique des matières désignées ci-dessus.	. ^90
Art. III. Des matières végétationnelles.	400
§. 1. Énumération.	4 <sup>01</sup>
§. 2. Histoire physiologique.	4°3
CHAP. XIII. Du rôle que jouent, dans la nutrition, les diverses matières introduites dans le végétal.	4°5
§. I. Des matières solides.	<i>ibid.</i> *
§. a. Des matières aqueuses ou de l'eau absorbée.	4°^
§. 5. Des matières gazeuses, ou de l'air introduit ou contenu dans les végétaux.	412
CHAP. XIV. Tableau général de la nutrition des végétaux vasculaires.	4 <sup>20</sup>
Art. I <sup>e</sup> *. De la nutrition considérée dans son ensemble.	<i>ibid.</i>
Art. II. De la nutrition considérée dans sa marche annuelle.	<b>425</b>

	Page*.
§. i. Ve*ge*lation dett-iver.	<b>425</b>
§. 2. Végétation du printemps.	<b>427</b>
§. 3. Végétation de l'été*.	438
§. 4* Végétation de l'automne.	44°
Art. III. De la nutrition considérée dans son influence sur l'accroissement.	44 *
§. I. Accroissement en longueur.	<i>ibid.</i>
§. a. Accroissement en diamètre.	447
CHAP. XV. De la nutrition des végétaux cellulaires.	<b>450</b>

---

## SECOND VOLUME.

### LIVRE III.

#### DE LA REPRODUCTION OU DE LA VIE DE L'ESPÈCE.

CHAP. I <sup>er</sup> . De la reproduction en général.	<b>463</b>
CHAP. II. De la fleuraison des végétaux phanérogames.	<i>/fid</i>
§. 1. En général.	<i>ibid.</i>
§. 2. Comparé avec l'âge ou de la puberté des végétaux.	<b>467</b>
§. 3. Comparé avec les époques de l'année, ou du rut des végétaux.	<b>471</b>
§. 4. Comparé avec l'heure de la journée ou l'état de l'atmosphère.	48a
§. 5. Considéré dans son développement en t.	<b>489</b>
CHAP. III. De la fécondation des végétaux phanérogames.	<b>495</b>
§. i. Introduction historique.	<i>ibid.</i>
§. 2. Des preuves générales de la fécondation végétale.	504
§. 3. Des objections qui ont été faites contre la théorie de l'infécondation des végétaux.	509

TABLE DES CHAPITRES.	XXIIj
	Pages.
§. 4- Des circonstances accessoires qui préparent ou facilitent la fécondation.	516
A. Des mouvements des organes sexuels.	» 517
B. De la position relative des organes sexuels.	520
C. Des moyens par lesquels les fleurs échappent à l'action de l'eau sur le pollen.	544
§. 5. De l'action des organes sexuels à l'époque de la fécondation.	531
§. 6. De l'action des parties non-sexuelles des fleurs pour la fécondation.	547
CHAP. IV. De la maturation des fruits et des graines ou de la gestation des végétaux phanérogames.	56J
§. 1. Des fruits en général.	^' ^ *
§. 2. De la maturation des péricarpes.	570
§. 3. De la maturation des graines.	588
§. 4* De quelques particularités des fruits et des graines.	593
CHAP. V. De la dissémination naturelle des graines et de leur conservation.	59§
§. 1. Dissémination des graines.	f^ff.
A. Fruits pseudospermes.	5Q6
B. Fruits charnus.	604
C. Fruits capsulaires.	608
D. Plantes hypocarpogées.	615
§. 2. Conservation des graines.	618
CHAP. VI. De la germination.	627
§. 1. En général.	ibid,
§. 2. Des circonstances extérieures à la graine.	628
§. 3. Du développement de la graine, et du rôle de chacune de ses parties.	655
CHAP. VII. De la multiplication par division.	666
Art. I". De la multiplication des végétaux par le doublement de leurs organes ascendants.	667

	Page
Art. II* De la multiplication des végétaux par le développement des organes descendants.	674
CHAP. VIII. Comparaison de la reproduction par gaine ou par division.	681
CHAP. IX. De l'espèce et des modifications qui tiennent à la génération.	688
Art. I <sup>er</sup> . De l'espèce «n général.	<i>ibid.</i>
Art. II. Des plantes hybrides.	698
Art. III. Des variétés.	720
Art. IV. Des monstruosités.	731
Art. V* De l'atavisme, de temperament et de quelques autres circonstances liées à la génération.	737
Art. VI. De l'action immédiate de l'hybridité sur les péricarpes.	740
Art. VII. De la différence des individus dans les espèces dioïques.	742
Art. VIII. Conclusion du chapitre.	744
CHAP. X. De la reproduction des végétaux cryptogames.	747

## LIVRE IV.

DES PHÉNOMÈNES GÉNÉRAUX DE VÉGÉTATION COMMUNS AUX DEUX CLASSES DE FONCTIONS.	759
CHAP. I <sup>er</sup> * Des avortemens.	761
§. 1. Avortemens en général.	<i>ibid.</i>
§. 2. Avortemens déterminés par la gêne ou la compression des organes voisins.	763
§. 3. Avortemens déterminés par l'action vitale prépondérante des organes voisins.	767
CHAP. II* Des dégénérescences ou mélarphoses.	771
(CHAP. III* Des soudures en général.	778
CHAP. IV. De l'agréffement.	782
§. 1. En général.	<i>ibid.</i>
§. 2* Des conditions accessoires à l'agréffement.	983

	Pages.
§. 3- Des diverse* sonct de greTea.	795
J. GreTe por approche.	<i>ibid.</i>
J*. 'trefTe par scions lignetw.	797
€ Givflc p*r bourgeon*.	799
D, Gri'ffc del parlies hci'baceet.	803
§. 4. Dt*s modifications <liit<mnin<5cs p«rU greff't.	807
§. 5. Dcs r^auluits gdaerau do la greffc.	812
CHAP. V. Do la direction des planlei ou dc» pitte* de» plantes.	817
§. t. Tencbiiceala pprpenflicularitc.	<i>ibid.</i>
Jt a. Temiaucc dca ligciet ties biitichn ven U lu- UTILITt'.	830
§. 3. De quelques courbures spéciales dues à l'iné- galité d'accroissement.	831
§. 4. De l'enr olcme<ldc» vrilles.	835
§. 5. Do Pcnioilt'iimijt tits tigt's Tolublu\$.	837
§. 6. Dc U nuLiion dei lige* heliotrope*.	>S  3
§< 7. Eila direction do* feuilles.	845
§. 8. Dc qudqueft direclioua ftjuiciak*.	848
CHAPT VX. Du ttoatODOOL d« plantt'».	853
Art. I*. Du Mjiriit-il do i'cuilU's.	^ > ^
Art. II. Doa raourcroenp excitable* par le* ch«c* . par ICA [iicjur» on (jielque* cause* anilo^uvs.	86\$
Art.III. D « IIIOU* omena ^ti'ott pcu I crett^lirtoitoni ioaat.	869
An. IV. Dcqudques maovumoxis » n}eiaiu dc d^HMfr* DMfl ou de sonliveoicul.	871
CHAP. VIL Dc la tamp^ntan ptopro Att v^getmu , ei de que'fjues [iliOiiionunja uuulo^uirs.	876
§. 1. Température.	<i>ibid.</i>
S- a. PliQjpliorrjraucc.	885
CHAP. vill. De I* cdomtMM d« vtJgctau*	888
S- t. D«» pirliej HOD Cologées.	889
§. 2. Des parties vertes.	892
§. 3. Des parties blanches.	901
§. 4- P'' 1>*rtir» dtS-olr.i.	924

	<b>Pages.</b>
<b>CHAP. IX. Des odeurs et ctes saveurs vdg'e'lales.</b>	<b>927</b>
§. 1. Des odeurs.	<i>ibid.</i>
§. 2. Des saveurs végé'lales.	g5g
<b>CHAP. X. De la consistance des vdg'e'tauz., et de celle de leurs diverses parties.</b>	<b>944</b>
<b>CHAP. XI. De l'individuality et de la durée des végétaux.</b>	<b>957</b>
§. 1. Des divers seosdu terme <i>individu</i> en botanique.	<i>ibid.</i>
§. a. De la dure'e générale de l'individu vegétal pris en masse*	g63
§. 3. Des causes ordinaires de la mort des vegétauz à un terme re*gulier.	gt'6
§. 4- De la progression de l'accrois.sement du tronc des arbres exogènes.	g^4
§. 5. De ia longévité de quelques arbres exogènes.	984
§. 6. ExaraeQ spécial de la durée des endogènes.	1008
§. 7. De la long^vit^ probable de quclqucs autres •e*gétauc moins connus que les pi'e'e'dens.	1 o i4
§. 8. Conclusion.	1019
<b>CHAP. XII. De la suspension r&amp;lle ou apparente de la végé'atiou.</b>	<b>io23</b>
<b>CHAP. XIII. Dcla transplantation des ve*gétaux.</b>	<b>io33</b>
§. 1. De la transportation.	io34
§. a. De la transplantation.	io36
<b>CHIP. XIV. De la mort partielle des organes.</b>	<b>io45</b>
<b>CHAP. XV. Du tempérament des vdg'étaux.</b>	<b>io4B</b>
§. 1. Des individus.	1049
§. a. <i>DQS</i> espèces.	io5i
S- 3. Considérations glnéVales sur Is pcriodicilé.	io5 3

## TROISIÈME VOLUME.

## LIVRE V.

DE L'ACTION DES CORPS EXTÉRIEURS SUR LES VÉGÉTAUX ,  
ou DE L'ÉPIRROLOGIE VÉGÉTALE.

	Pages.
CHAP. I. Considerations générales sur l'épurréologie végétale.	1057
CHAP. II. De l'influence de la lumière sur les végétaux.	1069
§. 1. Effets généraux de la lumière.	<i>ibid.</i>
§. 2. Effets d'une lumière trop forte.	1077
§. 5. Effets d'une lumière trop faible.	1078
§. 4. Effets d'une lumière inégalement répartie.	1082
§. 5. Conséquences pratiques de ce chapitre.	1084
CHAP. III. De l'influence de l'électricité sur les végétaux.	1088
§. 1. Électricité atmosphérique.	<i>ibid.</i>
§. 2. Électricité artificielle.	1098
§. 3. Électricité voltaïque.	1098
CHAP. IV. De l'influence de la température sur les végétaux.	1098
§. 1. Action générale de la température.	1099
§. a. Des effets d'une température trop élevée.	1110
§. 3. Des effets d'une température trop basse.	1114
§. 4* Théorie générale des naturalisations.	1113
§. 5. Des moyens de préserver les plantes contre la chaleur.	1133
§. 6. Des moyens de préserver les végétaux contre le froid.	1136*
§. 7. Des serres.	1147
CHAP. V. De l'influence de l'atmosphère sur les végétaux.	1168
Art. I. Effets généraux.	<i>ibid.</i>

	Paget.
Art. II. De l'atmosphère reconstituée dans sa composition chimique.	<i>ibid.</i>
Art. III. De l'atmosphère considérée dans les matières qu'elle charrie.	1169
§. 1. De l'humidité atmosphérique.	1170
§. 2. Des gaz contenus accidentellement ou en quantité variable dans l'atmosphère.	1172
%. 3. Des molécules pulvéulentes suspendues dans l'air.	1174
Art. IV*. De l'atmosphère considérée dans ses propriétés physiques ou mécaniques.	1176
I §. i. De la végétation et du repos de l'air.	1177
V / §. 2. De la densité ou de la rareté de l'air.	1179
CHAP. VI. De l'influence de l'eau sur la végétation.	1183
Art. I. Effets généraux de l'eau sur les plantes.	<i>ibid.</i>
Art. II. Effets de la rareté de l'eau et des moyens d'y remédier.	1184
\$. i. Arrosements naturels.	1185
%. 2. Arrosements artificiels.	1190
A. Qualité des eaux.	<i>ibid.</i>
B. Époque des arrosements.	1193
C. Quantité de l'arrosage.	1195
D. Organes à arroser.	1196
E. Arrosements par des vases transportables.	1197
F. Arrosements par infiltration.	1199
G. Arrosements par irrigation.	1201
Art. III. Des effets de la trop grande abondance d'eau et des moyens d'y remédier.	1206
§ 1. Effets glaciaux.	<i>ibid.</i> *
§ 2. Des dessèchements.	1208
§. 3. Des digues.	1218*
CHAP. VII. De l'influence du sol sur la végétation.	1222
§. 1. En général.	<i>ibid.</i>

	Pigoi.
. 2. De l'inclinaison du sol.	1 <sup>223</sup>
§. 3. De la nature physique du sol considéré indépendamment de son action nutritive.	12*27
§. 4* De la nature du sol dans ses rapports directs avec la nutrition des plantes.	<i>itf</i> ]
§. 5t Indication générale des moyens d'améliorer l'état du sol.	" 44
CHAP. VIII. Des labours.	" 47
CHAP. IX. Des amendemens.	1253
§. 1. Des pierres.	<i>ibid.</i>
§. 2# Du sable.	" 56
§. 3. De l'argile.	" 57
§. 4- De la marne.	<i>ibid.</i>
§. 5. De la chaux.	1359
§. 6. Des muriates de soude et de chaux.	" 62
§. 7. Des cendres.	1267
§. 8. Du plâtre ou gypse.	1268
§. 9. De l'épandage.	1275
CHAP. X. Des engrais.	" 7 ^
CHAP. XI. De l'influence produite sur les végétaux par des causes purement mécaniques.	1297
Art. I. Des plaies simples ou des accidens qui entraînent directement la solution de continuité.	1298
Art. II. Des divers accidens, tels que la contusion, la compression, etc., qui n'entraînent pas la solution de continuité.	1307
Art. III. Des ulcères et autres accidens compliqués.	1310
Art. IV. Des accidens que l'on détermine volontairement sur les végétaux.	1312
§. 1. De la taille considérée dans son action générale.	1313
§. 3. De la taille appliquée aux arbres fruitiers.	1317
§. 3. De l'incision annulaire.	1321
§. 4* De l'arcure des branches.	132?
§. 5. De la flagellation.	<i>ibid.</i>

	Page
<b>CHAP. XII. Des effets produits sur les végétaux par l'action des substances vénééreuses.</b>	<b>i3a4</b>
<b>Art. I. Introduction.</b>	<i>ibid.</i>
<b>Art. II. Exposition des faits observés.</b>	<b>i3a8</b>
<b>1<sup>re</sup> Série. — Poisons âcres.</b>	<i>ibid.</i>
§. 1. Combinaisons métalliques d'arsenic.	<i>ibid.</i>
§. 2. Matières élémentaires diverses.	<b>i337</b>
§. 3. Des matières terreuses ou alcalines.	<b>i338</b>
§. 4. Acides Sérés.	<b>i345</b>
§. 5. Matières végétales diverses.	<b>i347</b>
§. 6. Matières animales.	<b>i350</b>
<b>2<sup>e</sup> Série. — Poisons narcotiques.</b>	<i>ibid.</i>
§. 1. Extraits aqueux.	<b>i351</b>
§. 2. Acides narcotiques.	<b>i355</b>
§. 3. Autres matières végétales narcotiques.	<b>i358</b>
§. 4. Matières gazeuses/	<b>1560</b>
<b>Art. III. Considérations générales sur les faits rapportés dans l'article précédent.</b>	<b>i363</b>
<b>CHAP. XIII. De l'influence que les animaux exercent sur les végétaux.</b>	<b>1374</b>
<b>Art. I. Introduction.</b>	<i>ibid.</i>
<b>Art. II. De l'influence des animaux confidérés dans leurs mouvements.</b>	<b>1376</b>
§. 1. Des animaux qui attaquent les végétaux pour s'en nourrir.	<i>ibid.</i>
§. 2. Des animaux qui attaquent les végétaux pour s'en nourrir et s'y loger.	<b>383</b>
§. 3. Des animaux qui attaquent les végétaux pour y trouver un abri.	<b>i386</b>
§. 4. Des animaux qui attaquent les végétaux dans l'intérieur de leur progéniture.	<b>A87</b>
§. 5. Des accidents indéterminés dus aux moyens des animaux.	<b>1191</b>

	Pages.
Art. III. De l'influence des animaux considérés d'après leur nature chimique.	1392
§. 1. Des excréments et excréments.	<i>ibid.</i>
§. 2. De la décomposition des matières animales.	1393
Art. IV. Des moyens généraux de préserver les plantes utiles à l'homme contre les animaux nuisibles.	1395
CHAP. XIV. De l'influence que les végétaux parasites exercent sur ceux qu'ils attaquent, et de leur manière de vivre.	1401
Art. I. Des plantes parasites à gémme.	<i>ibid.</i>
Art. II. Parasites phanogames	1404
§. 1. En général.	<i>'ibid,</i>
§. 2. Parasites chlorophylles.	1409
§. 3. Parasites radicicoles,	<i>i^iS</i>
§. 4* Parasites caulicoles.	14a3
Art. III. Des parasites oryptogames.	1427
§. i. Epiphytes.	<i>ibid.</i>
§. 2. Parasites superficielles.	1428
§. 3. Parasites intestinales biogènes.	1435
§. 4* Parasites intestinales douces qui attaquent les végétaux morts ou mourans ou végétaux.	1458
CHAP. XV. De l'influence que les uns exercent sur les autres par leur simple rapprochement.	1462
§. 1. Du faux parasitisme.	<i>ibid.</i>
§. 2. De la compression.	1467
§. 3. De l'ombrage.	1469
§. 4* De l'entrecroisement et de la voracité des racines.	1471
§. 5. Des excréments considérées dans leur action sur les végétaux qui les absorbent.	1474
§. 6. Des plantes sociales.	1475
§* 7. Des mauvaises herbes.	1476
§. 8. De l'influence de l'anneau-vinette sur le bid.	1485
§. 9. De l'influence des végétaux morts sur les végétaux vivans.	1490

CHAP. XVI- Des assolemens.	P'gef. 14Q3
§. i. Division générale des modes de culture.	<i>ibid.</i>
§. a. Distinction de régime et de traitement du sol.	i4<)5
§. 3. Division des assolemens en successifs et simul- lane's. -	i500
§. 4* Des assolemens successifs.	i503
§. 5. Des assolemens simultanés	i5i5
APPENDIX. Indication des travaux propres à perfectionner la physiologie végétale.	i5ai
§. i. Par les phytologistes.	<b>1522</b>
§. ft. Par les botanistes classificateurs ou nomen- clateurs.	<b>1523</b>
§. 3. Par les chimistes.	<b>1527</b>
§. 4* Par les physiciens.	i533
§. 5. Par les cultivateurs.	i534
§. 6. Par les voyageurs, ou naturalistes sédentaires dans les pays situés hors d'Europe.	i55y
§. j. Par les physiologistes.	i53g

# PHYSIOLOGIE

## VEGETALE.

---

### LIYRE P&EMIER.

*Considérations prélimincondres sur la Vie  
végétale en général.*

---

### CHAPITRE PREMIER.

*Considérations gènesates sur la Physiologic.*

---

J\*AI téné , dans l'organographic , de donner la description des orgaoes des plantes; j\*ai fait rémunération des pièces dont la machine végétalo est coinpos<sup>e</sup>. Ccille description d'un mécanisme compliqué a laissé sans doute bien des points *h*. éclaircir el k compléter; mai> en (in on conçoit qu'un travail dece genre est susceptible d'attciudre *h* la tongue *k* un certain degré d'exaclitude et do v<sup>^</sup>rit<sup>^</sup>. Il se présente maintenant *k* nous des re-

cherches d'un ordre plus difficile et plus délicat : il faut étudier cette machine\* en mouvement, examiner les forces qui la font agir et les réquitals de ces forces. C'est cette étude de Faction des organes qui constitue la physiologie végétale. Ce terme de *physiologie* est assez impropre pour exprimer la science de la vie, car il est synonyme de celui de physique; M. Treviranus a adopté celui de *biologie*, qui serait très-bon, s'il n'avait pas un tout autre sens dans les sciences historiques. J'avais jadis adopté dans mes cours celui de *organodynamie*, ou action des organes, qui exprime clairement l'idée, et a l'avantage d'être synonyme avec celui d'organographie; mais j'ai fini par conserver celui de physiologie, soit parce qu'il est connu et admis, soit parce qu'il tend à indiquer que c'est une partie de l'étude des êtres organisés analogue à la physique. Avant d'entrer dans l'exposition de cette science, quelques considérations générales sur sa nature ne seront peut-être pas inutiles; elles feront comprendre les causes de sa difficulté, et serviront d'excuse générale pour les doutes nombreux qu'on est obligé d'y exprimer.

Toutes les recherches relatives à l'étude de la nature se rangent sous deux grandes divisions (1). Les unes ont pour but de connaître la forme, la matière ou les autres\* qualités sensibles des corps, de les décrire, de les comparer entre eux; en un mot, de connaître les corps sous le point de vue vraiment matériel. C'est ce qui constitue les sciences *ymrcmcnl descriptives* ou *corporelles*, telles que les diverses branches de l'histoire naturelle

---

(i) Voy. Théorie Élément., introduction, ddit. 'a\*', p. 4\*

B-7442

proprement dite Les autres cherchent à connaître les forces qui agissent sur ces corps, qui changent leur état, et leur impriment des mouvemens varies. Ces Etudes, que je nomme *dynamiques*, sont beaucoup plus difficiles que les précédentes, car elles se compliquent à certains égards de la nature des corps, et leur but direct, qui est la connaissance des forces, n'est appreciable que par ses résultats \* et non dans sa nature intime.

Les forces qui meuvent tous les corps de l'univers peuvent (si Ton fait abstraction de Faction mal connue dans son essence des fluides impondérables) se réduire à quatre : *Y attraction*, qui determine les phénomènes classés sous le nom général de physiques; *Vafliniti*, qui comprend tous les faits chimiques; la *force vitale*, qui est la base de tous les phénomènes physiologiques; et la *force intellectuelle*, qui comprend l'instinct et l'intelligence, et qui est l'origine des faits variés, dont la psychologie (prise dans son sens le plus vaste) cherche à découvrir la nature. Les deux premières sont communes à tous les corps de l'univers; la troisième s'applique à tous les êtres organisés et vivans; la dernière paraît l'apanage spécial du règne animal.

On conçoit sans peine que, lorsqu'on a pu rencontrer des corps dans des circonstances dans lesquels une de ces forces agit seule et isolée, on a pu l'étudier avec facilité, et reconnaître les lois de son action. C'est ce qui est arrivé dans l'Astronomie : ces corps célestes n'étant soumis qu'à une seule force, (l'attraction) il a été possible d'en reconnaître les lois et de les soumettre aux calculs les plus rigoureux.

Mais quand on a voulu étudier les corps bruts les-

restres, on n'a pas tardé à reconnaître que, s'il est des cas où ils ne sont soumis qu'à l'attraction et à ses conséquences, il en est d'autres très-nombreux où on les voit dominés par une autre force, que nous nommons affinité. La complication de ces deux causes d'action, la limite qui les sépare, l'appréciation de leurs effets réunis ou distincts, a donné à la chimie des difficultés particulières. Si l'affinité est une fois réduite à des lois calculables\* comme celle de l'attraction (supposition que la théorie des proportions déterminées semble justifier), on pourra espérer d'atteindre dans l'étude des corps bruts terrestres, à une exactitude analogue à celle avec laquelle nous connaissons les mouvements des corps célestes. Mais chacun sait qu'il est, malgré les beaux travaux par lesquels l'illustre Berzelius a tenté de soumettre les lois de l'affinité à des règles simples, nous en sommes encore bien éloignés, surtout pour les matières organiques.

Si la marche et l'enchaînement logique des idées philosophiques étaient les seuls guides des travaux de l'intelligence humaine, il semble que tous les efforts des savans auraient dû tendre d'abord à décrire les corps de la nature, puis à étudier leurs forces qui les meuvent dans l'ordre de leur complication; et qu'ainsi, on devrait se borner aujourd'hui dans les sciences dynamiques à débrouiller tout ce qui tient aux complications de l'attraction et de l'affinité, avant de passer outre. En effet, de même que l'affinité n'a pu être bien comprise que quand la loi de l'attraction a été posée, de même la force vitale ne pourra être exactement comprise qu'à l'époque où toutes les conséquences de l'affinité seront développées. Les faits de la nature organique qui ne

pourront rentrer ni dans les lois de la simple physique , ni dans celles de la chimie, d'après ce que nous appelons la force vitale'; et si celle-ci n'est entièrement connue, tout ce qui dans le règne animal ne pourrait pas s'y rattacher se rattachera au domaine de la force intellectuelle.

Mais il est évident que nous ne pouvons, que nous ne devons même pas suivre une marche si lente. Les êtres organisés sont d'une trop grande importance dans le monde pour que nous puissions patiemment attendre des siècles pour connaître les forces qui les meuvent, et recourir pour nos descendants à l'école rationnelle de Pin-telligence ou de la vie. Nous avons donc voulu faire marcher de front toutes les études, à peu près comme un architecte qui voudrait bâtir à la fois les quatre Stages d'une maison dont le plan total ne lui serait même qu'imparfaitement connu. Qu'est-il arrivé? C'est que nous avons fréquemment rapporté à l'intelligence des faits qui dépendaient de la simple force vitale, et à celle-ci des faits que l'affinité devait expliquer. Les limites de ces sciences sont donc cachées à nos yeux , et les complications fréquentes des forces rendent leur étude très-difficile.

Quo sera donc la force vitale dans cette manière de considérer les Sciences dynamiques ? Ce sera celle qui, propre aux corps organisés pendant leur vie seulement, est commune à tous, y détermine les phénomènes que , d'un côté, on ne peut rapporter ni à l'action , ni à l'infini, et que, de l'autre, on ne peut supposer à l'apanage de la force intellectuelle.

Les êtres organisés sont, comme tous les corps de

la nature, soumis à l'action des forces physiques et chimiques. Il faut donc dans chaque fait examiner, 1<sup>o</sup> s'il n'est point une conséquence directe de l'action de ces forces réunies ou séparées; 2<sup>o</sup> s'il n'est point une conséquence de ces forces modifiées par la structure même du corps. Dans le premier cas, le fait rentre dans la classe des faits physiques ou chimiques simples; dans le second, il appartient à ce que nous nommons *propriétés des tissus* > c'est-à-dire, propriétés qu'on peut considérer comme non vitales, mais qui sont des conséquences de la structure des corps vivants. Les faits qui ne rentrent ni dans l'une ni dans l'autre de ces catégories, sont les conséquences directes de cet état mystérieux que nous appelons *Id vie*. La distinction de ces trois classes de faits est très-délicate dans la pratique, et elle est cependant la base de la vraie physiologie.

L'expérience montre qu'il y a deux écueils à éviter. Les uns, préjugant trop de l'action des forces physiques ou chimiques, et assimilant trop complètement des phénomènes plus ou moins analogues, n'ont voulu voir dans la vie que des résultats d'attraction et d'affinité. Ainsi on a vu Tournefort comparer l'accroissement des plantes à celui des minéraux, et Müllebrandt confondre l'organisation des animaux avec celle des végétaux. D'un autre côté, certains physiologistes, trop frappés des caractères que présentent les phénomènes vitaux, ont cru que la vie radicalisait tout, et que les lois de l'attraction et de l'affinité ne devaient être comptées pour rien dans son étude. Ainsi Barthez a fait de la physiologie une espèce de métaphysique, où l'on se dispense de chercher la cause des faits, et où l'on se contente trop souvent de mots vides de sens en guise d'explications.

Il est vraisemblable qu'ici, comme dans tant d'autres cas, la vérité se trouve entre les deux extrêmes. Nous devons, ce me semble, rapporter avec soin aux faits physiques et chimiques toute la partie de l'histoire des êtres organisés qui en est susceptible, mais sans forcer les explications, sans dénaturer les lois connues dans les corps bruts. Ce qui échappera à cette première classe d'explications sera propriété de tissu ou propriété vitale. Ici nous aurons à examiner si le fait se conserve intact après la mort, ou s'il ne dure que pendant la vie. Dans le premier cas nous le considérons comme propriété de tissu ; dans le second, comme propriété vitale. Mais nous ne nous dissimulons point qu'il existe une liaison intime entre la structure du tissu et la nature de la vie. La vie, en effet, résulte-t-elle des formes des êtres, ou la forme des êtres résulte-t-elle de la vie ? Problème insoluble, comme tous ceux qui tiennent à l'essence des choses !

Que si Ton vient à croire que la physiologie mérite peu d'intérêt, parce que la nature de la vie ne nous est pas connue, je demanderai si nous en savons davantage des autres forces naturelles. Connaissons-nous l'essence de l'attraction, et ne trouvons-nous pas un puissant intérêt et une immense utilité à connaître les lois d'après lesquelles elle agit ? Connaissons-nous l'essence de l'affinité, et n'avons-nous pas cependant trouvé ici bien des explications importantes, déduites de la connaissance encore imparfaite de ses lois ? Il en est de même de la force vitale. Nous ignorons son essence ; nous connaissons ses lois moins bien que celles de l'affinité, parce qu'elles sont plus compliquées ; mais leur étude présente

vivement la curiosity, et leurs conséquences offrent beaucoup d'intérêt.

Quant à la distinction de la force vitale et de la force intellectuelle, cette difficulté est grande dans ce qui tient au règne animal; elle est comme nulle dans la physiologie végétale; et celle-ci offre même cet intérêt et ce moyen d'éclaircir la physiologie animale, qu'en nous occupant d'êtres doués de Vie, et probablement dépourvus de toute action intellectuelle, elle vous montre ainsi la force vitale dans *Vital* de la plus grande simplicité possible, et nous prépare par-là à distinguer dans les animaux la vie qu'on y a appelée vitale de la vie animale proprement dite.

La physiologie des végétaux, comparée à celle des animaux, présente des points de ressemblance nombreux et importants; on doit les apprécier, mais on doit craindre de les exagérer; car ces assimilations entre deux sciences voisines ont, selon qu'elles ont été faites avec plus ou moins de sagacité, tantôt avancé, tantôt retardé la marche de celle des deux Études qui, étant venue la dernière, a le plus subi l'influence de l'imitation.

Il est des branches où la physiologie animale est la plus avancée. Ce sont celles où la connaissance détaillée de l'anatomie interne est la plus nécessaire; celles où la connaissance instinctive que l'homme possède sur la nature animale dont il fait partie, pouvait être éclaircie et guidée (i); celles enfin où la rapidité de certains phéno-

---

(i) Ainsi, en zoologie, on a vu sans étude l'emploi de presque tous les organes externes des animaux, et surtout des mammifères, tandis qu'il a fallu des siècles aux botanistes pour reconnaître le rôle des pistils, des étamines, etc.

mines de la vie animale pouvait permettre d'en apprécier plus facilement les résultats.

Il est d'autres parties de la science où la physiologie végétale a fait de son côté plus de progrès : ce sont celles qui tiennent à l'action chimique des matières nécessaires à la nutrition, parce que ces matières y sont moins variées et moins compliquées que dans le règne animal; celles qui se rapportent à l'action des agents extérieurs sur les végétaux, parce que cette action, étant plus considérable, a pu être mieux appréciée; celles enfin où les expériences ont été plus faciles sur les végétaux que sur les animaux, parce qu'on n'y avait pas à lutter contre l'action de la douleur, qui dénature tant de faits relatifs à la physiologie animale.

Ces deux études peuvent donc s'enrichir, en ce que chacune d'elles fournit des données à l'autre sur les parties où elle est elle-même plus accessible.

## CHAPITRE II.

### *Des Propriétés du tissu des Végétaux.*

#### § i. Généralités.

LES êtres organisés et les végétaux en particulier présentent, en tant que corps matériels, toutes les propriétés générales de la matière : ainsi, il est inutile de dire qu'ils sont impenétrables, qu'ils sont pesants, qu'ils sont élastiques, qu'ils sont composés de parties intégres et de parties constituantes, etc. Tout ce qu'on peut ajouter sur la matière en général leur est applicable; mais leur tissu étant fort différent de celui des corps bruts, il en résulte que les mêmes propriétés s'y présentent avec certains particularités qui leur sont propres, et que certaines propriétés qui leur sont spéciales jouent un rôle important dans leur histoire.

On peut distinguer trois sortes de matières dans les corps organisés : 1° des liquides, qui sont ou pompés par eux ou formes par eux, qui leur apportent\* la nourriture ou qui en exportent le superflu; 2° des matières plus ou moins solides déposées par la marche même de ces liquides dans diverses places du corps; 3° le tissu même de ce corps, qui en fait comme l'essence ou la charpente. Les liquides sont mis, soit par des causes physiques ou chimiques soit par l'action même du tissu, qu'il est difficile de déterminer souvent par leur propre nature. On peut les con-

sidérer comme étrangers à ce tissu, et comme n'étant pas doués de la vie proprement dite; car les liquides isolés ne forment point le tissu, tandis que le tissu appelle à lui, dirige et développe les liquides. Les matières déposées se confondent avec les liquides, en tant qu'elles en ont fait primitivement partie, et qu'elles peuvent quelquefois être matériellement séparées du tissu vivant; mais, d'un autre côté, certaines molécules finissent par s'incorporer dans ce tissu de manière à en faire partie, de telle sorte que le tissu organique semble être une espèce de réseau invisible et préexistant (1), dans lequel se déposent graduellement et duquel s'échappent à la longue certaines molécules qui, avant l'époque où elles en ont fait partie, sont de la matière brute, et qui participent aux propriétés de la vie tant qu'elles sont enchaînées dans ce réseau.

Nous ne connaissons point celui-ci complètement dépouillé de ces molécules; mais pour arriver à nous en faire une idée, nous cherchons ce qui lui est essentiel, indépendamment de la nature propre des molécules qu'il peut recevoir, et nous faisons abstraction, autant qu'il est en nous, de leur nature matérielle, pour n'examiner que leur rôle physiologique. La nature plus ou moins bitrognée des liquides végétaux, le nombre et la qualité des matières déposées dans les cavités du tissu, pourront bien déterminer les qualités sensibles des corps, telles que la mollesse, la dureté, la saveur, l'odeur, la couleur, etc; mais les qualités propres au tissu dépouillé, autant que nous le pouvons par la pensée, de ces qualités

---

(i) Théor. ddm., p. y.

accessoires, c'est ce que nous entendons par les *propriétés du tissu* des corps organisés. Que des molécules terreuses soient déposées dans les cavités du tissu cellulaire des os des animaux, que des molécules ligneuses soient déposées dans les cellules du bois des végétaux, voilà des causes qui changeront leurs qualités sensibles, mais qui tendront à nous masquer les vraies propriétés des tissus considérés en eux-mêmes. Ainsi, lors même que ces tissus sont en définitive formés d'un genre particulier de dépôt, ce dépôt y est si intime, que nous devons les considérer indépendamment des liquides ou des matières solides qu'ils renferment. Le tissu veinal, considéré sous ce rapport, présente trois propriétés qui méritent quelque attention, savoir : 1<sup>o</sup> extensibilité, 2<sup>o</sup> élasticité, et surtout l'hygroscopicité.

## §. 2. Extensibilité.

Tous les tissus organiques ont à des degrés divers la propriété de s'étendre par l'effet même de leur accroissement. Cette propriété est d'autant plus prononcée qu'ils ont reçu une moins grande quantité de dépôts étrangers : & mesure que le dépôt des molécules étrangères augmente,  $h$  mesure aussi la solidité du réseau augmente, et son extensibilité diminue. Celle-ci vient enfin à cesser à une époque donnée de son existence. Ainsi l'extensibilité n'est point indéfinie : si nous suivons le développement d'une branche, nous voyons sa cuticule s'étendre pendant quelque temps ; puis elle se rompt et est remplacée par un épiderme ; un ovule peut de même prendre un certain degré d'extension, lorsqu'il

devient graine; mais quand celle-ci »a atteint sa grandeur, la moindre distension ultérieure qu'elle éprouve fait rompre son enveloppe. Il en est de même de tous les cas où nous pouvons suivre un organe; et si les végétaux semblent s'accroître indéfiniment, c'est qu'ils sont successivement formés d'organes nouveaux surajoutés aux anciens; de nouvelles cellules, de nouveaux tubes, se développent sans cesse, et les anciennes parties arrivent tôt ou tard, comme le bois ou l'écorce, à cet état d'inerté où ils ne peuvent plus s'étendre. La cessation absolue de l'éxtensibilité paraît pour chaque organe donner lieu à sa mort; de sorte que cette propriété pourrait être aussi bien, sous ce rapport, classée parmi les propriétés vitales que parmi celles du tissu.

### §. 3. Élasticité.

L'élasticité du tissu végétal est cette propriété par laquelle chaque membrane tend à reprendre sa place, lorsqu'une impulsion quelconque l'en a dérangée. Elle suppose un certain degré de rigidité, et par conséquent elle est moins sensible quand le tissu, ayant reçu peu de dépôts, est encore à demi-fluide, que lorsqu'il en a reçu un certain quantum. Cette propriété n'est d'être mentionnée, parce qu'elle détermine certains mouvements qu'on pourrait croire vitaux. Elle est très variable dans son intensité et dans ses effets. Tout le monde a remarqué qu'une tige, une branche ou une feuille dérangée de sa direction, la reprend d'elle-même; mais il est quelques cas où il n'en est point ainsi: le *dracocephalum moldavicum* offre des péricelles qu'on peut déranger de leur di-

rection naturelle, et qui restent dans celle qu'on leur a donnée. Cette plante a par ce motif reçu le nom de *cataleptique* (1), parce que ce phénomène semble analogue à la maladie de la catalepsie. Il paraît tenir au très-faible degré de l'asticité dont ce pédoncule est doué.

Les mouvemens astiques des plantes sont quelquefois déterminés par des dispositions générales d'organes, qui, une fois dérangés, ne peuvent plus se représenter. Ainsi, on sait que les quatre familles des pariétaires ont leurs filets courbés du côté interne avant la floraison; lorsque celle-ci avance et que les filets grandissent, il arrive un moment où, par leur allongement même, ils ne se retiennent plus les uns les autres, et se débarrassent avec force; ce débarrasement est facilité par la naissance de petits tubercules sur le côté interne du filet; lorsqu'il s'exécute, les anthères, ébranlées par ce mouvement élastique, lâchent leur pollen; les filets meurent, et l'un ou l'autre mouvement ne peut se répéter. Il en est de même des corolles des indigoliers: leur carène est retenue de chaque côté par les ailes au moyen de crochets enfoncés dans des cavités correspondantes; le développement des parties se fait graduellement ces organes, et il vient un moment où les crochets sortent des cavités: alors la carène se détache avec élasticité vers le pédoncule, et pousse après. Dans les deux cas que je viens de citer, on peut déterminer ces mouvemens élastiques en déplaçant mécaniquement les organes, savoir, en aidant au développement des filets de la pariétaire, ou en sortant les crochets de l'indigotier de leurs cavités. Il en est de même du débarrasement

---

(1) Collect, academ., 3, p. 498\*

élastique des coques des euphorbes, des capsules de la bolsamine, etc. : ce sont des arcs qui, une fois débandés, ne peuvent plus montrer leur élasticité, parce que l'appareil est dérangé.

Tous ces faits sont bien des conséquences de la disposition des parties, qui est liée à la vie, mais ne peuvent être entièrement confondus avec les mouvements qui sont dus à de véritables propriétés vitales.

#### §. 4\* Hygroscopicité.

L'hygroscopicité est cette propriété de certains corps de s'emparer de l'humidité ou de l'eau présente. Elle existe dans un grand nombre de corps, soit bruts, soit organisés; mais elle offre des différences prononcées dans son intensité et dans ses résultats. Ainsi, celles des matières inorganiques qui, comme certains sels appelés *déliquescents*, sont même très hygroscopiques, finissent par absorber une si grande quantité d'eau, que leurs propres molécules se dissolvent dans l'eau absorbée, et que le corps se fond, pour ainsi dire, par sa propre action hygroscopique. L'hygroscopicité des corps organisés ne produit point, un pareil effet, parce qu'elle est bornée par leur nature propre : ainsi, les cheveux, les fanons de baleines et autres matières animales douées d'hygroscopicité, ont pu être employées à mesurer la quantité d'eau contenue dans l'air, parce que leur propre nature, restant toujours la même, peut en absorber long-temps sans se déranger. Il en est de même des matières végétales, dont plusieurs possèdent cette propriété à un de-

if)

CONSIDERATIONS PRÉLIMINAIRES\*

gré très-éminent, et peut pu, ainsi que les précédentes, être employées comme hygromètres.

En général, le tissu végétal est d'autant plus hygroscopique, qu'il est moins chargé de molécules étrangères à sa nature : ainsi, les membranes ou expansions sereuses qui, par suite d'un défaut de nourriture, présentent très-peu de dépôts dans leur tissu, offrent au plus haut degré la faculté d'absorber l'eau ambiante; les poils scaricux de l'aigrette des composées, les barbes des graminacées et des graminées, les dents des éristomes des mousses, les chevelures des grains des apocinées, etc., sont des organes extrêmement hygroscopiques; les extrémités récemment développées des racines ou les spongioles qui n'ont point encore reçu leur tendrécissement formé par le dépôt des molécules, présentent la même propriété. On la retrouve aussi dans le tissu ligneux, et surtout dans celui de l'aubier. Le corps ligneux est, sous ce rapport, très différent de l'écorce : celle-ci, qui présente une proportion bien plus grande de carbone et de matières terreuses, offre très peu d'hygroscopicité, tandis que le corps ligneux, dès qu'il est mis à nu, s'imbibe de l'humidité ambiante avec facilité. C'est ainsi que des troncs de saule, coupés en travers et exposés à l'air, y pompent quelquefois de l'humidité au point de pouvoir pousser des branches. Il résulte de cette absorption d'eau une dilatation du corps ligneux, qui par cela se serre, pour ainsi dire, lui-même dans l'anneau cortical. C'est par suite de ce phénomène que les sucs gommeux contenus dans l'écorce et sous l'écorce sont chassés au-dehors quand le bois est gonflé par l'humidité. On voit des exemples de ce fait dans la manne dont la gomme adra-

gante sort des astragals ligneux, dont les autres genres sortent des acacias ou des amygdalés, dont la pulpe de la némaspore est chassée hors de l'écorce des hêtres, etc. Dans tous ces cas, c'est le renflement du corps ligneux qui presse les matières demi-liquides contenues dans l'écorce, et qui les chasse au-dehors. Nous ne voulons point entrer ici dans le détail de tous les faits qui se rapportent à rhygroscopicité végétale, mais seulement constater son existence comme propriété de tissu.

Les résultats qu'elle exerce se présentent sous trois aspects principaux.

Lorsqu'elle agit sur des corps filiformes susceptibles de se tordre en spirale, l'effet de l'humidité<sup>1</sup> absorbée est de les détordre; et celui de la sécheresse d'accroître leur torsion. Ainsi, les barbes des *pelargonium* et les arêtes de plusieurs graminées, telles que les *avena* et les *andropogon*, se tordent en spirale lorsqu'elles se dessèchent, et se détordent par l'humidité<sup>1</sup>.

Lorsqu'il s'agit de membranes planes, le côté humecté s'allonge un peu, et le côté qui est le plus sec semble par conséquent se raccourcir. C'est ainsi que si l'on place sur la main, ou sur toute autre partie du corps, une membrane desséchée d'ara, on voit celle-ci soulever ses bords, et former une courbe creuse du côté supérieur. C'est sans doute au même mécanisme qu'il faut rapporter ce qui se passe dans les dents des proistomes des mousses, qui s'étalent par la sécheresse, et se dressent par l'humidité; dans les barbes des fruits de *geranium*, qui se courbent en croissant dans un seul plan, et non en spirale; dans les polls des aigrettes et des chevelures, qui s'étalent en se desséchant, et se dressent

en s'humectant; enfin, dans la plupart des capsules, dont les valves s'écartent par la sécheresse, et se dressent ou restent dressées par l'humidité.

Un troisième cas, qui semble l'inverse du précédent, est celui des plantes qui s'écartent par humidité, et se ferment par la sécheresse. Ainsi, *Vanastatica*, si improprement appelée *rose de Jéricho*, étale toutes ses branches lorsqu'elle est humectée, et les resserre quand elle se dessèche. Get effet se reproduit à volonté sur la plante morte et dépouillée d'écorce, et les valves mêmes du fruit s'écartent par l'humidité, et se contractent par la sécheresse. J'ai vu de même que les valves des onagres s'ouvrent par humidité, et se contractent par la sécheresse.

Dans le second cas, qui est le plus ordinaire, la contraction produite par la dessiccation s'exerce sur la partie externe des valves, la raccourcit et les force à s'ouvrir quand elles se sèchent. Dans la dernière classe, la contraction produite par la sécheresse semble s'opérer sur la face interne, et déterminer un effet inverse du précédent, mais beaucoup plus rare.

Les tradices, mis à nu, présentent des mouvements d'élasticité et d'hygroscopicité combinés ensemble: elles se débloquent comme un ressort à boudin; et lorsqu'on les soumet à des alternatives de sécheresse et d'humidité, on les voit resserrer ou écarter les tours de leurs spires.

Tous ces divers faits, dont on pourrait indéfiniment multiplier les exemples, ne doivent point être attribués à des causes vitales; car on les voit se continuer et se produire à volonté sur des végétaux morts. Ainsi, lorsqu'on les voit s'écarter pendant la vie, on doit

et en moins les rapporter aux simples propriétés de tissu.

Senebier est le naturaliste qui a le plus insisté sur les phénomènes d'hygroscopicité que les végétaux présentent, et il a cité à cet égard un grand nombre de faits ; mais il faut avouer qu'il a beaucoup exagéré l'effet de cette force, en voulant la substituer à toute autre dans l'impulsion de l'ascension de la sève et de la plupart des phénomènes les plus actifs de la végétation. Les seuls faits, si triviaux et si évidents, que la sève monte dans les plantes qui vivent dans l'eau, et qu'elle ne monte pas dans les végétaux morts, auraient dû suffire pour lui prouver l'exagération de l'importance qu'il attribuait à l'hygroscopicité<sup>1</sup>.

L'hygroscopicité des tissus organiques peut être considérée comme un cas particulier de la capillarité. L'eau, en effet, pénètre dans les fissures ou pores imperceptibles de ces tissus par une cause semblable à celle qu'on désigne en physique sous le nom d'action capillaire. Mais, malgré cette identité originelle, je distinguerai dans la suite la capillarité et l'hygroscopicité. Sous la première de ces dénominations, je distinguerai la force ou l'action par laquelle l'eau pénètre entre des lames ou dans des tubes visibles au moins au microscope, comme, par exemple, lorsqu'elle s'élève dans un vaisseau ou entre deux membranes. Je réserve le nom d'hygroscopicité\* aux cas très-féconds où l'eau s'imbibe dans un tissu ou une membrane, sans que les plus forts microscopes y fassent apercevoir\* des fentes ou des pores quelconques. L'emploi de ces deux termes est conforme à l'usage des physiologistes, et je me borne ici à faire remarquer que ce ne sont pas en réalité deux forces distinctes, mais deux

degrés ou deux cas différents d'un même phénomène.

La force hygroscopique de certaines parties du tissu végétal est tellement régulière et assez tenace après la mort, pour qu'on ait essayé d'en faire des hygromètres, comme on l'a fait avec le cheveu ou le fanon de baleine. Ainsi, Roussel a comparé avec le cheveu des lanières de fucus (1) exposées à l'air, et a trouvé que, tandis que la différence d'allongement ou raccourcissement dans un lieu donné était pour le cheveu de 8 millimètres » celle d'une lanière de *picas tendo* était de 50, de *fucus digitatus* de 78, de *fucus loreus* de 90, et enfin de *fucus saccharinus* de 170. Il assure avoir fait un hygromètre très-sensible avec ce dernier varec. J'ai moi-même prouvé que l'étalement ou le redressement des barbes de l'aigrette d'une scorzonfère pouvait très-commodément servir d'hygromètre, ou tout au moins d'hygroscope ; et, dans ces dernières années, un physicien anglais, établi à Calcutta, était parvenu à faire un hygromètre assez exact avec les barbes d'un andropogon, dont il mesurait l'allongement et le raccourcissement. J'ignore si ces matières végétales ont dans la pratique de l'hygrométrie quelques avantages sur les matières animales; je me borne à citer ces faits comme preuve de la régularité de cette propriété de tissu.

---

(1) Journ. des Mines, vol. 12, p. 164. Je cite ces faits d'après cet auteur, sans les garantir.

R1092

---

## CHAPITRE III.

### *Des Propriétés vitales des Végétaux.*



B. 4212

SANS prétendre décider si la force vitale est une, et si elle se modifie selon la nature des organes, ou si elle est réellement multiple, on a coutume, en l'étudiant dans le règne animal, de la distinguer en plusieurs propriétés relatives aux diverses classes d'organes. Ainsi, on appelle (1) *excitabilité* cette propriété par laquelle le tissu cellulaire, base de tous les organes nutritifs, perçoit pendant la vie certaines impressions des corps extérieurs, autrement que ne le font les corps bruts, et qu'il ne le ferait lui-même après la mort. On appelle *irritabilité* la propriété des fibres musculaires de se contracter lorsqu'elles sont irritées par un agent mécanique ou chimique; et on donne enfin le nom de *sensibilité* à la propriété qu'a la pulpe nerveuse de percevoir les impressions et de transmettre les ordres de la volonté.

Dans le règne végétal, ces distinctions sont très-difficiles à établir, et même très-douteuses, à cause de l'homogénéité du tissu. Essayons d'étudier jusqu'à quel degré on peut admettre que ces propriétés se retrouvent dans le tissu végétal.

---

(1) Yoy. Cuvier, Règne animal, Introduction.

## §. I. Excitability,

Que le tissu des plantes soit doué pendant sa vie d'une propriété analogue à ce que nous nommons excitability, c'est ce dont il me paraît impossible de douter: ce tissu, exposé à l'action des corps extérieurs pendant qu'il est animé par la vie, résiste à l'action dissolvante de l'eau bien plus énergiquement que lorsqu'il est mort. Il supporte l'action de l'air, celle de la chaux, celle de la jumeuse, d'une manière tout-à-fait différente pendant la vie et après la mort: il y a donc une force particulière indépendante de la forme et de la nature matérielle du tissu, & laquelle il faut rapporter ces différences.

Un grand nombre de phénomènes généraux, communs & tous les végétaux, concourent encore à prouver ces différences, et ne peuvent s'expliquer sans l'admission de l'excitabilité vitale. La sève monte avec énergie dans les végétaux vivans, et son ascension ne peut être comparée avec l'imbibition lente et graduée de l'eau dans ce même tissu dépouillé de vie. La lumière a une grande action sur l'ascension de la sève, et sur la quantité d'eau exhale par les feuilles vivantes, tandis qu'elle ne paraît en avoir aucune sur les mêmes organes après la mort; les feuilles vivantes décomposent par son intermédiaire le gaz acide carbonique; mortes, elles n'ont plus d'action sur lui. Les transformations chimiques qui se font pendant la vie dans le tissu végétal, sont tout autres que celles qui s'opèrent par l'effet des agens extérieurs. Ainsi les végétaux inerts, et souvent ces derniers sont en sens contraire des premiers. Le développement en longueur

et en largeur, l'orgasme qui précède la fécondation elle-même, le rappel de la vie active de l'embryon endormi dans la graine, sont autant de phénomènes que nous ne saurions rapporter à aucune des causes purement physiques, et que, soit par l'analogie avec le règne animal, soit par l'étude directe des végétaux, nous ne pouvons rapporter qu'à l'excitabilité vitale.

L'analogie qui résulte de l'ensemble des corps organisés confirme cette opinion. Les limites naturelles des deux règnes sont très-difficiles à fixer; et tandis qu'on peut à peine décider si certaines cryptogames ou certains zoophytes sont des végétaux ou des animaux, il serait trop inconsequent d'imaginer que les uns fussent doués d'excitabilité vitale, et les autres complètement dépourvus de cette faculté. La vie, dont l'excitabilité est la propriété fondamentale, est donc liée à la structure organique d'une manière intime: c'est ce qu'ont senti les naturalistes; de telle sorte que, dès les temps d'Aristote jusqu'aux nôtres, les termes de corps organisés et de corps vivans leur ont paru synonymes (1).

L'essence de la vie paraît insister dans cette possibilité d'action dont le tissu est animé. Nous ne voyons pas

(i) Celsus commence son admirable livre *de Plantis*, en parlant du genre *adme*, c'est-à-dire de vie, qui est propre aux plantes. Linné inscrit en tête de sa Philosophie: Les végétaux croissent et vivent. J. de Gorier commença le premier, ou Tun des premiers, à rechercher avec quelque soin la source d'action vitale propre aux végétaux, etc\* Au milieu de cette uniformité de tous les siècles, il est curieux de voir un moderne laisser entendre qu'il est le premier qui ait découvert que les végétaux étaient des êtres vivans!

dans le tissu des animaux les modifications par lesquelles ce tissu résiste à l'action des corps extérieurs, ou détermine certains changemens de grandeur, de consistance, soit en lui-même, soit dans les liquides sur lesquels il agit; nous ne les voyons pas, et nous sommes forcés de les admettre. Il en est de même du tissu végétal: son excitabilité est moindre peut-être que celle des animaux; mais elle est de même ordre, et sa ténacité, sa durée semblent compenser sa moindre activité. Nous ne savons pas par quels procédés elle agit; mais nous ne le savons pas davantage dans le règne animal, et tout ce que nous pouvons dire, c'est que le tissu est doué d'une force particulière, de laquelle il paraît qu'il peut résulter des modifications et des mouvemens souvent imperceptibles pour nos sens, mais que nous jugeons par leurs résultats. Lors donc que nous aurons épuisé l'examen de toutes les causes physiques et chimiques connues qui peuvent déterminer une certaine action, la portion du phénomène qui restera inexplicable devra se rapporter à cette cause plus occulte, mais très-réelle, la vie ou l'excitabilité vitale.

Ceux qui ont cherché à établir que le fluide électrique était l'agent de la vie, soit dans les animaux, soit dans les plantes, me paraissent encore bien loin d'avoir ébranlé l'idée générale du principe vital. D'un côté, la plupart se fondent sur des données vagues et générales qui sont presque entièrement dénuées de preuves, comme on peut s'en convaincre en lisant leurs ouvrages (1); de l'autre,

---

(1) Gasc, de l'influence de l'électricité dans la condensation. Paris, 1815; Ou Potit-Thouars, IX<sup>e</sup> Essai; Bartoloni, de l'Electr. végétale, etc.

en supposant même que le fluide électrique ait une action appréciable, qu'est-ce qui la met en jeu? Pourquoi agit-il dans les êtres vivans, et cesse-t-il d'agir dans les êtres morts? Nous l'ignorons. La cause qui met en jeu cette action est ce que nous nommons le principe vital, sans rien affirmer sur son essence.

L'existence de cette force dans le végétal est trop universellement admise pour qu'il vaille la peine d'entrer ici dans de grands détails. Je me hâte d'aborder les points plus controversés de cette discussion.

#### §. a. De l'irritabilité\*.

Les physiologistes qui s'occupent du règne animal ont remarqué qu'indépendamment de l'excitabilité générale propre à tout le tissu des organes dits végétaux, les muscles étaient doués d'une susceptibilité particulière; lorsqu'ils sont irrités par des agents mécaniques, chimiques ou intellectuels (la volonté), ils se contractent avec un degré de force et de rapidité prodigieusement plus grand que celui qu'ont les parties simplement excitable. On a donné le nom d'irritabilité ou d'irritabilité musculaire à cette propriété. Existe-t-elle dans le règne végétal comme propriété distincte de l'excitabilité dans le sens ou dans la limite où les zoologistes la distinguent, ou bien doit-on rapporter à la simple excitabilité les faits qui semblent analogues à l'irritabilité animale? Telle est, ce me semble, la question posée avec le degré d'exactitude qu'elle comporte, et que nous n'avons pas mis jusqu'ici les physiologistes occupés du règne végétal. En ef-

fact, les uns, tels que Linnæus (1), Sennebier (2), Davy (3), et presque tous ceux qui ont nié l'irritabilité végétale, ont voulu prouver que les faits qu'on y rapporte sont purement mécaniques, ce qui est une erreur évidente; les autres, tels que Girtanner (4), qui admettent l'irritabilité végétale, la confondent sans cesse avec la vie ou l'excitabilité. Or, il s'agit de savoir si ces faits sont des cas particuliers de l'excitabilité, ou s'il est convenable de les rapporter à une propriété particulière comme on le fait dans le règne animal. Pour résoudre, s'il est possible, cette question, il faut étudier séparément l'analogie des effets produits par les irritans et celle des organes eux-mêmes,

Des piqûres mécaniques, déterminées sur des organes musculaires, sont les plus simples et les plus apparentes pour mettre en jeu leur irritabilité. Des faits semblables se représentent dans le végétal. Si l'on pique avec la pointe d'une aiguille la base interne d'une tige de *berberis*, on la voit subitement se détacher sur le pistil. Si l'on pique le faisceau des anthères de plusieurs carduacées et centauriées, on voit ce faisceau tout entier se détacher vers le centre de la tête. Si l'on pique les tiges de plusieurs *opuntia*, on les voit se détacher vers le centre de la fleur. Si l'on irrite les poils des feuilles des *drosera*, on les voit se coucher sur la feuille. Si l'on irrite la surface interne des lobes de la feuille de *dionaea*, on voit ces lobes se

(1) Encycl. méthod., Botanique, art. Irritabilité.

(2) Encycl. méthod., Physio). Yng.

(3) Chimie agricole.

(4) Journ. de Physique, juin et août 1790

refermer Tun sur Fautre. Il nVst pas même besoin d'une véritable piqûre pour {16terminer ces mouvemens; une simple titillation peut suffire, et, dans d'autres cas, un choc ou une secousse bien légère suffit pour provoquer de grands mouvemens. Ainsi, presque toutes les feuilles des *mimosa*, et surtout celles du *mimosa pudica*, sont misos rapidement en mouvement par un choc très-téger.

Certains agens chimiques, tels que des acides puissons, déterminent sur les parties musculaires des animaux des mouvemens analogues aux piqûres mécaniques. Ainsi on ranime par le contact d'un acide minéral les contractions du cœur d'un animal qui vient de mourir. La sensitive présente un fait qui semble analogue. Si on touche ses feuilles avec une gouttelette d'acide sulfurique ou nitrique, en ayant soin de la placer assez adroitement pour qu'aucun mouvement n'ait lieu par un simple effet mécanique, on voit très-rapidement la feuille replier ses folioles comme par l'effet d'un choc, et toutes les feuilles situées au-dessus d'elle se plier graduellement, celles de dessous restant immobiles.

Ces faits, que je réduis à leur plus simple expression, et que je décrirai plus tard en détail (liv. IV, ch. VI, §. 2), offrent des analogies qui semblent évidentes avec ceux de l'irritabilité animale. Mais cette irritabilité est l'apanage des muscles. Or, quoi qu'en ait dit Tournefort (1), il est bien reconnu aujourd'hui que rien ne peut recevoir le nom de muscle dans l'organisation végétale. Cette irritabilité dans les animaux se remarque à toutes les époques de leur vie; elle est le plus

---

(1) Mém. de l'Acad. des sciences de Paris, ann. 1692 et 1693\*.

souvent bornte dans les végétaux & des époques ddtermi-  
minées; elle s'observe dans tous les organes similaires  
de toutes les classes des animaux, tandis que dans le  
règne végétal, elle est bornte h quelques cas rares et  
exceptionnels dans la série des êtres.

D'après ces considerations, je ne puis admettre ni que  
ces faits tiennent & la même cause que dans le règne ani-  
mal, ni même qu'on puisse considérer l'espece d'irrita-  
bility qu'on observe dans les végétaux comme une pro-  
prieté spéciale; et je suis porté à penser que ces faits se  
rattachent, comme cas extrêmes, à la simple excitabi-  
lity.

Je suis confirmé dans cette opinion en voyant, 1° plu-  
sieurs des faits les plus frappans ne faire que répéter  
l'action produite si l'ordre par des agents naturels.  
Ainsi un effet particulier de la lumière est de faire ou-  
vrir ou fermer les feuilles de la sensitive, et l'irritation  
mécanique détermine accidentellement ces mêmes mou-  
vements.

2°. On remarque que celles des plantes qui par leur  
organisation sont évidemment les plus voisines du règne  
animal, sont celles dans lesquelles ces faits, en appa-  
rence analogues à l'irritabilité, n'ont pas été observés;  
on ne les trouve, en général, que dans les plantes les  
plus éloignées du règne animal par leur structure. Or,  
si l'irritabilité était une faculté commune & tous les  
êtres organisés, il serait naturel de la trouver plus dé-  
veloppée dans les végétaux les plus analogues aux ani-  
maux.

L'irritabilité proprement dite me paraît donc l'apa-  
nage d'une classe d'organes qui manque aux végétaux, et

une propriété qui par conséquent leur manque aussi. Mais, de même que dans le règne animal l'excitabilité des organes végétatifs se présente sous une multitude de formes diverses, celle des végétaux présente aussi des degrés et des phénomènes variés. Que si Ton voulait, comme on l'a fait souvent, et comme je l'ai fait moi-même jadis, à l'exemple des auteurs les plus célèbres (i); si Ton voulait, dis-je, admettre le terme d'irritabilité végétale pour ces cas particuliers où l'excitabilité, mise en jeu par des stimulans spéciaux, détermine des mouvemens visibles à l'œil, je n'y verrais d'autre inconvénient que d'employer le même mot dans deux sens différens, et par conséquent de fausser un peu l'ordre naturel des idées pour ceux qui n'ont pas toujours une attention sérieuse au sens des termes.

### §. 3. De la Sensibilité\*.

La question de l'absence ou de l'existence de la sensibilité dans les végétaux a été fréquemment débattue (\*), mais le plus souvent, il faut l'avouer, par des arguments tirés de l'imagination ou du sentiment plutôt que par une méthode rationnelle. Ch. Bonnet et Smith, qui ont soutenu la sensibilité des plantes, l'ont fait par un sentiment vague et poétique de leur cœur, et par l'idée qu'il doit conforme à la bonté de Dieu de distribuer la connais-

---

(i) Œtor. franç., vol. 1, Princ. de botan.

(1) Voy. Bonnet, Conlemp. de la nature; Perrival, Trans- de Manthesier, vol. a; Smith, Introd.; Keith, Syst. v. g. p. y<sup>s</sup>-\* 2, p. 462-405.

sance et la jouissance de leur propre existence à tous les êtres; tandis que d'autres la repoussaient, en soutenant qu'il était contraire à la bonté de Dieu et presque blasphématoire d'admettre que des êtres fussent doués de la faculté de désirer le bien sans pouvoir l'atteindre, et de sentir le mal sans pouvoir l'éviter. J'avoue que, si de pareils argumens devaient décider la question, je ne balancerais pas à me décider pour cette dernière manière de sentir. Les hamadryades des anciens poètes m'ont toujours paru le symbole de la barbarie; mais on conçoit sans peine que ce n'est point par des considérations de ce genre qu'on peut arriver à la vérité.

Les argumens apportés jusqu'ici en faveur de la sensibilité des plantes sont les suivants :

1°. On a prétendu, dit-on, ne pas comprendre la vie dépourvue de sensibilité; mais à cette assertion vague on répond que le règne animal en présente bien des exemples. La vie de l'épiderme, celle des ongles, des cornes, de la plupart des poils, est une vie tout-à-fait dépourvue de sensibilité, et qui peut faire comprendre la vie végétale.

2°. Il est, dit-on, dans les végétaux vivans des phénomènes que l'on ne peut comprendre sans l'action d'une force sensitive au moins analogue à l'instinct. Ce genre d'argument est dangereux, car l'expérience prouve qu'il a déjà souvent trompé. Ainsi on a dit long-temps que la direction descendante des racines et ascendante des tiges était due à l'instinct végétal; et il paraît prouvé aujourd'hui qu'on peut l'expliquer par des causes physiques (i). On a dit long-temps que la direction des tiges vers la lu-

---

(i) Voy. liv. V, chap. IV, art. i.

mifcre ^tait due à\* la même yolonld qui fait porter les polypes vers le côté le plus 6clair<S de leur demcure : on sait aujourd'hui que cette direction est une simple conséquence des lois physiques de l'6tiolement (1). On avnit dit que les racines sq dirigent vers le bon terrain par up effet instinctif; et Ton sait anjoui'd'hui que le fait même est le produit d'une illusion («). On pr&endait qua les racines, par une force analogue à Tinstinct, cboisissaient les alimens qui leur convenaient; et Ton sait aujourd'hui qu'elles pompent indifféremmujnt toutes les matières qui se pnSsentent à dies, pourvu que ces matures jouissent du même degr<S de iluidité (5). Ces exemples doivent faire penser que, s'il reste dans la physiologie des plantes un certain nombre de phénomènes inexpliqués, il ne faut pas se hâter de les expliquer^par une fo?cc analogue h l'instinct. Tels sont la direction des drux surfaces dea feuilles, la direction des vrilles et des tiges volubles, le sonimeil des feuilles et des fleurs, Torgasme qui pntefedo la Kcondation. Ces faitson, sans doute, un rapport apparent avec ceux que la sensibility d&crinine dans les animaux; mais toutes les sciences physiques, et surtout les Etudes physiologiques, ne dimontrcent-olles pas que des apparences semblables sont souvent produites par des causes trfcs-dilftrentes?

3°. Les fails fes pluscurieux en faveur de la sensibility des plantes se diduisent des experiences de quelques chimistes (4), qui ont vu que les plantes absorbent les

---

(0 Voy. liv. IV, chap. V, art. 2.

(a) Voy. liv. V, cliap. V, art. dernier.

(3) Voy. liv. II, chap. IT.

(4) Voy. liv. V, chap. XII, où ces C\|H.I iL-nrc\* sont raronties  
\*n détail, € où on cherche À apprécier leur effet.

poisons dissous dans l'eau, que les poisons corrosifs les tuent avec des phénomènes variés, et que les poisons narcotiques, comme l'opium, par exemple, les tuent en suivant une série de phénomènes qui semble avoir quelque analogie avec l'action de ces mêmes poisons sur les animaux, comme, par exemple, de ralentir d'abord les mouvemens des feuilles de la sensitive. Or, dit-on, si des poisons qui n'agissent que sur le système nerveux des animaux, sont également mortels pour les végétaux, ne doit-on pas en conclure que les plantes ont aussi leur système nerveux? Je ne nie point que cet argument n'ait de la force. Cependant il convient d'observer que l'action des poisons en général et celle des poisons narcotiques en particulier sont un des points (les plus obscurs de la physiologie animale, et par conséquent il ne faut pas se hâter de conclure sur des analogies éloignées. Que des poisons corrosifs agissent sur des matières organiques de manière à les détruire ou à les dénaturer, cela peut se comprendre, même avec des différences de nature assez prononcées. Quant aux poisons narcotiques, ne peut-il pas se faire qu'ils tendent à désorganiser d'une manière plus occulte les organes par lesquels ils passent, et cette désorganisation lente ne peut-elle pas suffire pour ralentir les mouvemens extérieurs de ces organes? Ainsi les feuilles de la sensitive pourraient ralentir leur marche par suite de l'opium, sans que l'action de l'opium fût analogue à celle qu'il exerce sur les nerfs.

Ces doutes sont encore corroborés par des considérations plus générales.

Le système nerveux, qui est très-évanescent et très-distinct de tout autre dans les animaux des classes supérieures, tend graduellement à se diviser; et enfin on voit

force\* d'admettre que dans les zoophytes la matière nerveuse est comme diffuse dans le corps entier, de telle sorte qu'il jouit d'une sensibilité universelle, sans qu'on voie nulle part le nerf distinct du tissu. De là, dit-on, on arrive au règne végétal, où la matière nerveuse est incorporée au tissu entier; mais, pour que cette conclusion soit de la vraisemblance, il faudrait que les végétaux qui par leur structure ont le plus de rapport avec les zoophytes, fussent ceux où les symptômes de sensibilité seraient les plus évidents; et ce n'est point le cas. Tous les végétaux où l'on a cru les apercevoir sont à l'autre extrémité de l'échelle organique; et, par conséquent, l'analogie déduite du règne animal ne conduit pas avec une certaine rigueur à admettre la sensibilité végétale.

Remarquons de plus que tous les phénomènes les plus constants et les plus universels de la vie végétale semblent être intimement liés, et même avoir des conséquences forcées, avec l'absence du mouvement spontané (i). Or, le mouvement spontané, s'il existe, est évidemment le résultat de la sensibilité: d'où l'on peut assez bien conclure que là où il manque, la sensibilité doit aussi manquer.

Convénons donc que, si la sensibilité existe dans les végétaux, on n'en connaît aucunement les organes, que la grande majorité des phénomènes n'en montre aucune trace, qu'on n'en a observé que quelques indices dans des phénomènes rares on peut étudier, et qu'enfin on doit, dans l'état actuel de l'étude des végétaux, se conduire comme si elle n'existait pas, - sous peine de se contenter

---

(i) Voy. Thér. d'Inde, Introduction.

de mots et de négliger les recherches les plus curieuses. Aurait-on, par exemple, étudié les lois de la direction des parties, si Ton s'était contenté de dire que c'était un effet de l'instinct *yigilal*?

J'ai donc peine à admettre jusqu'à nouvelle preuve quelque sensibilité dans les plantes, et je les considère **comme** simplement douées d'excitabilité vitale, c'est-à-dire, d'une vie analogue à celle des parties des animaux qui sont insensibles.

J'évite à dessein d'entrer dans de plus grands détails sur ces questions par elles-mêmes obscures et presque insolubles : l'exposé des faits de détail nous y ramènera de temps en temps dans le cours de cet ouvrage d'une manière plus profitable pour les commentateurs que je ne pourrais le faire en ce moment. Je me bornerai donc à examiner encore ici l'organe qui paraît être le siège principal de l'excitabilité, et les causes, agents ou circonstances qui déterminent ou modifient son action.

---

## CHAPITRE IV.

*Des Organes qui servent de sièges principaux à l'excitabilité végétale.*

LES organes, considérés dans leurs éléments organiques, ne nous offrent que deux classes générales d'organes, les cellules et les vaisseaux. Il est vraisemblable que toute et toute classe participent à cette propriété fondamentale de la vie que nous avons désignée sous le nom d'excitabilité; mais la plupart de ceux qui se sont occupés de cette force l'ont rapportée exclusivement aux vaisseaux, tandis qu'il me paraît assez évident que c'est aux cellules que l'excitabilité appartient, sinon exclusivement, au moins plus évidemment. Voici les motifs de mon opinion, que j'exposerai ici tout entière, en ayant grand soin de distinguer ce qui s'y trouve d'hypothétique d'avec ce qui est la simple exposition des faits,

i<sup>a</sup>. Sur les quatre grandes classes dont la vie végétale se compose (i), il n'y en a que trois qui contiennent de véritables vaisseaux; la quatrième en est entièrement dépourvue. Or, cette classe des végétaux cellulaires présente un grand nombre de phénomènes semblables à ceux que dans les trois autres on est obligé de rapporter

---

(i) Les exogènes, les endogènes phanérogames, les endogènes cryptogames et les cellulaires, ou, en suivant le langage plus récent de M. Fries, les dicotylédons et monocotylédons, Les tétracotylédons et monocolyméens.

h l'excitabilité vitale. Us absorbent de l'eau ambiante; ils se contractent souvent dans leur tissu dans une direction déterminée; ils résistent jusqu'à une certaine limite pendant leur vie à l'action des corps étrangers; ils sont stimulés par la lumière et la chaleur, etc. Donc, si, d'après ces faits, on admet l'excitabilité vitale dans les vaisseaux vasculaires, il faut convenir que c'est au moyen des cellules que les trachéites cellulaires les excitent, et, par conséquent, il est vraisemblable qu'il en est de même dans les vaisseaux.

2°. Cet argument est corroboré par cette circonstance, que dans les classes de végétaux habituellement vasculaires on trouve de loin en loin certains spécimens qui manquent de vaisseaux, telles que les plantes aquatiques (peltamogétons et coratophyllons, etc.); d'où l'on doit conclure que l'action vitale peut s'exercer sans eux, et que ces organes sont moins importants qu'on ne l'avait cru, puisqu'ils peuvent manquer dans des genres d'ailleurs si semblables à des genres vasculaires, qu'on ne peut pas les en séparer, même à titre de familles distinctes.

5°. Les propriétés les plus remarquables des trachéites, celles sur lesquelles on avait primitivement conçu l'idée de les considérer comme sièges essentiels de la vie, telles que leur élasticité et leur hygroscopicité, se conservent après la mort sans la moindre altération. Ainsi, longtemps après qu'un végétal est privé de la vie, on voit ses trachéites se dérouler, se débiter et obéir à l'effet de l'humidité tout aussi bien que dans le végétal vivant. Ce que nous en connaissons doit donc être classé parmi les propriétés de tissu.

4°. On avait même admis à tort la contractilité comme faculté propre des vaisseaux. À l'époque où l'on

pensait que la sève monte par les vaisseaux. Aujourd'hui il devient tous les jours plus vraisemblable que la sève s'imbibe dans les méats intercellulaires, au moins dans un grand nombre de cas, et que les vaisseaux sont le plus souvent des conduits aliens. Donc les motifs que H. B. de Saussure (1) avait eus pour supposer que la sève monte par des contractions des vaisseaux analogues au mouvement péristaltique des intestins, n'existent plus maintenant au même degré, ou plutôt doivent nous engager à transporter cette hypothèse sur le tissu cellulaire avec les modifications que la forme des organes rend nécessaires.

Je suppose donc que les cellules des végétaux, qui, comme je l'ai établi ailleurs\* (2), sont tantôt plus ou moins distinctes, tantôt plus ou moins soudées, sont des vésicules membraneuses, douées pendant leur vie, et surtout dans leur jeunesse, d'une contractilité vitale peu sensible, il est vrai, mais analogue ou aux mouvements de systole et de diastole qu'on observe dans le cœur des animaux, ou mieux encore aux mouvements alternatifs de contraction et de dilatation qu'on observe dans les hydatides et certains infusoires microscopiques. M. Knight admet aussi les contractions des cellules comme la cause principale des mouvements d'inspiration dans les végétaux. Je ne diffère de l'opinion de cet illustre physiologiste qu'en ceci, qu'il attribue la cause essentielle de ces contractions à la température, tandis que je les considère comme dues à l'action vitale, excitée par l'action de la chaleur,

(1) Cité par Scudier. *Physiol. végét.*, IV, p. 57.

(2) *Organog.*, vol. 1, p. 30.

ou , dans certains cas, par celle de la lumière ou d'autres agens.

Ce mouvement se laisse apercevoir dans quelques cas particuliers. Ainsi, 1° si Ton place sur Feu des folioles ou des frngmens de folioles du *sdiinus molle* , on voit Pbuile volatile contenue dans certaines cellules du tissu s'échapper non par un flux continu, mais par des saccades intermittentes , qu'on ne peut, ce me semble, rapporter h d'autres causes qu'h quelque contraction des cellules qui renferment ce sue. 2° Si Ton irrite légèrement la culicule des parties supérieures de la tige ou des brachées de la laituc et de plusieurs autres chicorocées h surface lisse, on voit de petits jets de sue laiteux jaillir en gouttelettes du tissu cellulaire. Ce jet est surtout visible, selon M. Carradori (i), lorsqu'on fait Top^ration sous l'eau. 5<sup>c</sup> Les globules du pollen ne paraissent être quo des vésicules analogues aux cellules ordinaires: et la manière brusque et intermittente dont la liqueur qu'ils renferment est chassée au-dchors, semble encore un exemple visible h l'œil de cette contractilité des cellules.

Il est donc des cas où cette Opinion est l'expression d'un fait immédiatement visible, et l'hypothèse ne consisterait que dans la généralisation de faits propres quelques cellules, et qu'on suppose communs h toutes les cellules. Cherchons s'il n'est point d'exemples plus généraux k rapporter ici.

1°. Si Ton coupe en travers une lige d'euphorbe ou de tout autre végétal laiteux, même un champignon laitcu, on voit l'humcur laitcu'se sortir par les deux plaies.

---

(i) *SuW irrila Oiltd dt; Ha Lalluga, in Gi'omo id Pisa.*

Si elle sortait par une impulsion acquise de bas en haut, ou de haut en bas, elle ne sortirait que par l'une des deux; si elle sortait par son propre poids, et *h* litre de simple liquide, elle sortirait de la coupe seulement, si on l'inclinait vers le bas, et elle y resterait comme dans un vase, si on redressait la ligne : mais elle sort, quelle que soit la position qu'on donne *h*. la tranche; donc elle est poussée par une contraction interne; et comme elle se trouve en grande abondance dans le tissu cellulaire, il faut bien que les cellules se contractent pour le chasser au-dehors. Cet argument deviendra plus puissant encore, si l'on réfléchit que, comme Fontenelle (i), le suc ne coule pas dans les euphorbes tués par l'électricité; celle-ci tend, dans les animaux tués par son action, à détruire la contractilité, et il en serait de même des plantes. Ce que nous voyons s'exécuter sous nos yeux dans les plantes & suc laiteux, parce que l'abondance et l'épaisseur de ce suc le rend plus visible, semble s'exécuter souvent de même dans le tissu cellulaire aqueux. Si, dans tous les cas, les coupes longitudinales (but, à proportion de leur étendue, sortir moins de suc que les coupes transversales, cela paraît tenir à ce que, dans toutes les parties allongées, les cellules sont oblongues, et que leur contractilité doit s'exécuter dans cette direction.

2°. On sait maintenant que dans un grand nombre de plantes on trouve des cellules closes, dans lesquelles on aperçoit des grains opaques, nageant dans un fluide transparent, qui, sous certaines circonstances données,

---

(i) *Jp/iorismiadcalctmjlorcvlicibrgensis*. i volin-4°. 1793.

sont dans un mouvement très-vif de circulation régulière. C'est ce que nous étudierons plus tard en détail, sous le nom de rotation (1). Il n'est pas admissible de supposer que ces grains soient des animalcules vivans. La rapidité de leur mouvement ne permet pas de le comparer avec la mobilité lente et obscure qu'on observe sous le microscope dans les molécules des corps bruts nageant dans l'eau. On ne peut pas dire que la rotation soit déterminée par quelque cause générale & la branche où on l'observe, puisque chaque cellule y a son mouvement propre et indépendant des voisines. Il semble donc presque inévitable d'admettre que ce mouvement des grains intérieurs est dû à quelque contraction des parois mêmes des cellules; la variabilité de l'intensité du phénomène, l'influence de la chaleur pour accélérer, sont autant de circonstances qui confirment cette opinion.

5°. Lorsqu'on fait aspirer *h* un végétal une matière tendre, soit âcre, soit narcotique, elle périt au bout de très-peu de temps, et l'inspection anatomique démontre que les vaisseaux sont pleins ou point altérés, mais que les cellules sont devenues flasques, inertes et privées de toute contractilité. *In* particulier, le lait ne coule plus dans les parties des plantes lacteuses\* qui ont reçu l'impression du poison. La rapidité de ce phénomène tend à faire penser que la principale action des matières âcres est de détruire l'action vitale des cellules.

Ce ne sont donc pas des faits isolés qui nous conduisent à la contractilité des cellules, ce sont des faits com-

---

(i) Voyezliv, II, chap. VIII, art. 3. X? 1092

muns à un très-grand nombre de végétaux de toutes les classes. Cette opinion n'est donc pas entêtement une hypothèse, et la partie hypothétique se réduira à employer une faculté connue dans un très-grand nombre de cellules végétales, à l'explication des faits communs à la plupart. Il s'agit de savoir si les faits que tous les physiologistes ont rapportés à l'action vitale, peuvent trouver une explication mécanique dans ces contractions alternatives des cellules. Je suis obligé d'anticiper ici sur quelques-uns des faits que j'aurai plus tard à exposer en détail.

1° La succion des racines s'exécute par des points spéciaux qu'on nomme spongioles, qui sont composés d'un tissu cellulaire très-fin et toujours ouvert, puisque les racines s'allongent sans cesse par leur extrémité. Le liquide de la terre tend à entrer dans les mailles de ce tissu: 1° par la force de capillarité; 2° par l'hygroscopicité. Ces deux propriétés de tissu peuvent bien expliquer la grande quantité d'eau qui pénètre dans la plante vivante, les variations de cette quantité selon les circonstances, les saisons, etc. Il suffit d'observer que les cellules des spongioles, douées de contractions alternatives, augmentent et diminuent alternativement les espaces intercellulaires, et tendent ainsi à absorber de l'eau en quantité proportionnée à la force et à la rapidité de leurs contractions vitales. Une théorie semblable est applicable à la manière dont les parties cellulaires du stigma pompent la liqueur des globules du pollen, et à celle dont les suçoirs de la cuscute pompent le sévo des végétaux qu'elle attaque. Dans tous les cas de succion de l'eau par des points spéciaux, on voit que ces points offrent

B771412

du tissu cellulaire dépourvu de vaisseaux et dénué de cuticule. Ces deux circonstances tendent à prouver que ce sont les cellules qui sont l'organe véritablement actif de la succion.

2°. L'ascension de la sève s'exécute par la réunion de deux causes générales qui agissent plus ou moins réunies ou séparées, savoir : 1° Focion des racines supérieures, qui, comme l'a très-bien dit M. Dutrochet, pousse la sève à tergo, c'est-à-dire, de bas en haut dans le tronc, et qui agit presque seule à l'époque du premier printemps avant la naissance des feuilles; et 2° Faction des parties foliacées (feuilles et parenchyme de l'écorce) qui s'opère principalement après cette époque et pendant la durée de l'été. Mais ces deux classes d'organes sont essentiellement dotées de cellules fraîches et nouvelles » où la contractilité doit être à son plus haut degré; les spongioles naissent principalement quand elles sont jeunes : le tissu cellulaire des feuilles et des branches présente la même propriété. Les sèves traversent le corps ligneux; celui-ci favorise l'ascension tant que ses cellules conservent encore un peu d'action vitale, comme cela a lieu dans l'aubier; lorsqu'elles n'en ont plus, comme dans le bois, celui-ci se laisse traverser par l'eau, comme il le fait après sa mort.

5°. L'action propre par laquelle les organes naissants, tels que les bourgeons, les boulons, etc., déterminent une deviation dans les sèves générales, et les appellent pour ainsi dire à eux, paraît rentrer dans la même classe de faits. Les cellules non encore obstruées par le dépôt des parties terreuses ou carbonneuses, jouissent alors de toute leur contractilité

4°. L'exhalaison aqueuse (**qu'il** faut bien distinguer de la simple Evaporation) s'exécute dans les parties foliacées par les stomates, c'est-à-dire, par des orifices de la cuticule bordés par deux cellules. La sortie de l'eau ne peut se comprendre par les simples lois physiques; car la capillarité devrait la retenir, et l'hygroscopie devrait ne le permettre qu'en raison de la sécheresse de l'air; mais les cellules contractiles, qui ouvrent et ferment l'orifice selon qu'elles sont excitées par la lumière, y terminent le phénomène.

5°. Dans un grand nombre de cas, les sèves marchent en sens contraire à la pesanteur : ainsi, dans presque tous les végétaux, la sève monte dans la tige, quoiqu'elle soit dressée, et elle suit la même direction quand la tige est horizontale ou renversée. Le suc s'écoule dans les feuilles vers les racines, lors même que la branche est pendante. La liqueur du pollen descend dans le pistil, lors même que la fleur est renversée. Les cryptogames vivent souvent dans des situations indépendantes de la verticalité. Dans tous ces cas, on voit clairement qu'une force interne détermine la direction des sèves, et la contractilité des cellules les explique en général avec facilité.

Je crois donc pouvoir admettre cette faculté comme prouvée directement dans un certain nombre de cas, et indirectement dans une foule d'autres.

Quant aux vaisseaux, je n'ai aucun doute que les vaisseaux en chapulet et les vaisseaux ponctués du rayons, qui ressemblent si fort aux cellules, et qui semblent composés du même tissu, ne jouissent des mêmes propriétés vitales; mais je ne connais aucun fait qui leur soit dû

rectement applicable , et je ne me guide, en admettant cette propriété, que par l'analogie. Cette analogie est plus éloignée, lorsqu'il s'agit des vraies trachées élastiques et déroulables, où je ne vois un peu clairement que des propriétés de tissus, mais où je ne saurais ni nier, ni démontrer les propriétés vitales proprement dites. Mais tout ce que j'ai dit des cellules s'applique parfaitement aux vaisseaux qui contiennent le suc laiteux, que je désigne sous le nom de vaisseaux *laticifères*, et M. Schutz, qui les a découverts, sous celui de vaisseaux *vitaux*. Leur texture a du rapport avec le tissu des cellules; le suc qu'ils renferment est dans un mouvement très-rapide et dirigé dans toutes sortes de directions, de sorte qu'on est entraîné, par des arguments analogues à ceux que j'ai employés plus haut, à admettre que ces tubes, qui ne sont peut-être que des cellules placées bout à bout, sont doués d'une grande contractilité.

---

## CHAPITRE V-

*Des Causes ou Agents qui influent en jeu on modifient l'excitabilité végétale.*

DEUX circonstances sont d'importance nécessaire pour que la vie ou l'excitabilité des cellules végétales soit douée de sa plus grande activité, savoir, le moindre degré possible d'encroûtement et une certaine dose d'humidité, ou, en d'autres termes, la jeunesse et la fraîcheur.

Nous ignorons dans les plantes, comme dans les animaux, l'origine ou la nature propre de la membrane qui fait la base de l'organisation. Cette membrane, qui se présente à l'œil dans sa première jeunesse comme une pellicule mince, transparente et sans trace d'organisation, recèle cependant des mystères qui sont impossibles à démêler; car c'est elle qui, selon sa nature propre, détermine l'élaboration spéciale des sucs. Plus elle réside dans cet état primitif, plus, en général, elle est susceptible d'absorber de l'humidité, et de se contracter avec énergie. C'est en particulier pour ce motif que les cellules des spongioles, qui se renouvellent, et, en général, toutes les cellules des parties jeunes, sont douées d'une activité que les autres présentent rarement. A mesure que les cellules pompent l'humidité qui les enloure, et qu'elles l'élaborent dans leur cavité, elles y forment ou de la matière ligneuse, ou de la fécule, ou de la chromule, ou de l'huile, etc., etc., et alors leurs parois

prennent d'autant plus de rigidity, et perdent d'autant plus leur force hygrosopique et contractile. C'est ainsi qu'à la fin de V&16 les cellules des feuilles, encroûtées de chromule et de dépôts terreux, perdent leur activité. C'est ainsi que U^closures de l'aubier augmentent graduellement la dose de malifere ligneuse qu'ils renferment. Tant que cette operation dure, ils sont encore contractiles; mais lorsqu'ils sont saturés, si j'ose parler ainsi, de la quantity de liqueur qu'ils peuvent recevoir, ils se changent en bois, et sont complètement privés de contractility, ou réduits à un rôle très passif de l'état passif.

Les cellules ne conservent la vie ou la contractility qu'autant que leurs membranes sont éminemment flexibles. La saturation des matières terreuses, ligneuses, féculentes, est une des causes qui peut leur faire perdre la flexibility; la dessiccation en est une autre. La dessiccation arrive quelquefois dans les cellules par un état d'atrophie sénile, ou par la pression des organes voisins, ou par des causes maladives. Ainsi les poils et les membranes scabieuses sont des organes où les cellules ont peu ou point d'encroûtement, mais où elles ont perdu l'activité vitale : elles ont conservé au plus haut degré l'hygrosopicité, qui est la propriété fondamentale du tissu; elles ont perdu l'excitabilité ou la vie proprement dite. Les membranes, devenues pierreuses par le dépôt des sels terreux, offrent un état analogue, mais perdent, outre la flexibility, la plus grande partie de la faculté hygrosopique. Entre ces deux extrêmes, se placent les membranes encroûtées de matières diverses selon la nature de ces matières. Si une membrane, sans être

encroûte de dépôts quelconques, perd l'eau qui la rend flexible, il arrive différents cas selon le degré et la longueur de la dessiccation. Si celle-ci n'est pas complète, dès que la membrane se trouve en contact avec l'eau, elle en absorbe par sa faculté contractile, et reprend alors toutes ses propriétés vitales. Si la dessiccation est complète, la membrane peut bien s'imbiber d'eau, comme le fait une éponge morte; mais cette eau n'excite aucune réaction; et comme il n'y a point de contractilité, cette absorption est limitée dans sa durée et son intensité: la membrane est morte. Les diverses cellules d'une plante et les cellules des plantes diverses diffèrent entre elles quant à la dose d'eau nécessaire pour que leur contractilité soit mise en jeu. Cet effet est très-analogue au rôle que M. Chevreul a attribué à l'eau dans les tissus animaux.

Une fois que les cellules possèdent le degré de jeunesse et de fraîcheur nécessaire à l'exercice de leurs fonctions vitales, ils regardent à examiner les agents qui sont susceptibles de les exciter.

Au premier rang, on doit placer la lumière solaire. C'est elle qui, comme nous le verrons, détermine exclusivement l'acte par lequel le tissu cellulaire décompose le gaz acide carbonique; c'est elle qui détermine l'exhalation aqueuse de toutes les parties vertes des végétaux; c'est elle qui, par une influence médiate, ou, dans quelques cas peut-être, immédiate, détermine certains mouvements des organes. Quand on ne dit que la lumière était un tonique ou un roborant pour les végétaux, on n'a fait qu'exprimer un résultat; car la fixation du carbone, qui est la cause directe de la force ou de la solidité résulte

de la décomposition du gaz acide carbonique, et est une conséquence médiate de l'action de la lumière. Lorsque j'édifie, au contraire, que la lumière est un excitant, je cherche à exprimer son action directe sur la membrane des cellules; mais je dois avouer qu'elle exerce à la fois des actions très-diverses, qui semblent, les unes chimiques, telles que la décomposition du gaz acide carbonique; les autres mécaniques, telles que l'expulsion de l'eau surabondante, mais toutes intimement liées à la vie et qui disparaissent avec elle.

Le second excitant général des végétaux est la chaleur. Son action est évidente, 1° dans l'activité qu'elle donne au travail intérieur qui s'exécute dans les cellules, et qui y détermine les sécrétions ou compositions propres à chacune d'elles : c'est l'action chimique de cet agent. 2° La chaleur agit encore sous un point de vue qui'on peut dire mécanique, en excitant la succion de l'eau et les simples phénomènes de contractilité; mais son effet, sous ce rapport, le comparé, en général, à celui de la lumière, sauf à cette époque du premier printemps - où la chaleur paraît déterminer seule la révolution des bourgeons et l'ascension de la sève.

L'électricité doit peut-être se placer encore parmi les excitants généraux des membranes végétales; mais son action est jusqu'à présent si obscure, qu'on n'ose l'indiquer qu'avec un grand doute.

A ces agents généraux, et qui peuvent-être un jour pourront être considérés comme universels, nous devons ajouter quelques causes spéciales d'excitation qui n'engagent que d'une manière obscure et bornée. Telle est la suivante:

1°. Les chocs ou commotions mécaniques paraissent agir sur les parties des végétaux comme des excitans. Ainsi, ils forcent certains organes à exécuter des mouvemens souvent très-prononcés, et on les voit déterminer, dans les points où ils s'exercent fréquemment, des tumeurs qui annoncent un appel extraordinaire des sucs.

2°. Les piqûres agissent aussi dans le même sens, et peut-être par les mêmes causes : ainsi elles déterminent certains mouvemens spéciaux, comme dans les examines de l'épine-vinette, ou certaines tumeurs de formes très-variées, comme dans les galles produites par les insectes, ou certaines accélérations de mouvemens vitaux, comme dans les fruits piqués par les insectes.

3°. Certains gaz, tels que l'oxygène, certains sels, certains acides puissans et autres agens chimiques analogues, paraissent agir sur les membranes des cellules d'une manière plus ou moins analogue aux chocs ou aux piqûres, mais qui est plus difficile encore à bien apprécier, et dont l'examen se présentera plus utilement à nous dans la suite de ce ouvrage. L'action des sels, acides et autres agens analogues, semble presque toujours dangereuse pour le tissu délicat des végétaux.

On conçoit sans peine que ces diverses causes d'action devront avoir des effets différens, soit en nature, soit en intensité, selon qu'ils seront appliqués dans des circonstances diverses ou à des espèces diverses. Ainsi, d'un côté, l'action sera différente selon qu'elle s'adressera à des cellules jeunes ou vieilles, encroûtées ou non encroûtées, imbibées d'eau ou desséchées; de l'autre, elle variera selon la nature propre et le degré de contractilité des cellules. Les unes, et c'est ici le problème inex-

pliqués de tous les êtres organisés, les uns sont fabriqués pour faire du ligneux ou de la fécule; les autres, pour faire de l'huile ou de la résine. Rien ne nous indique ces dispositions, que nous jugeons par les résultats seulement. Le degré de la contractilité est aussi un fait primitif que nous ne jugeons que par ses conséquences.

Il s'agit maintenant de passer en revue la série totale des fonctions des végétaux, de les étudier en elles-mêmes et sans préventions théoriques, et de voir jusqu'à quel degré l'opinion de la contractilité vitale des cellules, combinée avec les propriétés du tissu et l'action physique ou chimique des agents extérieurs, suffit pour expliquer passablement les résultats. Je dis passablement; car, lorsqu'il s'agit d'êtres vivants, nous ne pouvons prétendre à la rigueur qu'on recherche\* et qu'on obtient souvent dans les sciences purement physiques ou chimiques.

---

## CHAPITRE VI.

### *Des Fonctions végétales en général.*

Si l'on considère les êtres organisés dans leur plus grande généralité on voit que leur histoire entière se réduit en réalité à deux grandes fonctions : 1° la *nutrition* ou la conservation des individus; 2° la *reproduction* ou la conservation des espèces. Tous les faits, peuvent être classés dans l'une ou l'autre de ces deux grandes séries. Comme elles sont communes à tous les corps organisés, on les nomme *fonctions organiques*; et les zoologistes, voulant exprimer qu'elles sont communes aux végétaux aussi bien qu'aux animaux, les nomment quelquefois *fonctions végétatives*.

Us réservent le nom de *fonctions animales* à celles qui sont spécialement propres au règne animal, telles que la sensibilité, apanage du système nerveux, et la motilité, apanage du système musculaire. Ces deux classes de fonctions ou manquent totalement dans les végétaux, ou ne s'y présentent que d'une manière obscure ou incertaine, que nous avons déjà indiquée en parlant des forces. Nous n'aurons donc plus à nous en occuper, et nous pourrions réduire l'étude générale des fonctions à la nutrition, qui fera l'objet du livre II, et à la reproduction, que nous traiterons dans le livre III. Mais, pour mettre plus de clarté dans l'imposition générale des fonctions %

nous rejeterons dans des livres séparés, i° les phénomènes naturels ou artificiels plus ou moins visibles dans les deux grandes fonctions, et qui sont comme des Episodes ou des conséquences forcées de certaines lois; a° les dérangemens ou les modifications qui peuvent survenir dans l'économie des deux grandes fonctions par l'influence des agens extérieurs. Ces deux séries de faits accessoires seront traités dans les livres IV et V.

---

## LIVRE II.

DE LA NUTRITION.

---

### CHAPITRE PREMIER.

*De la Nutrition des êtres organisés en général.*

---

LA nutrition de tous les êtres organisés offre des traits généraux de ressemblance qui méritent d'autant plus d'attention, qu'ils semblent contraster avec la variété de leurs formes. Les végétaux se rapprochent donc des animaux sous ce rapport, presque autant que certaines classes du règne animal comparées entre elles. L'indication des périodes dont la nutrition se compose, se présente à peu près la même pour les deux règnes organiques. Nous l'exposerons ici, en suivant à peu près les mêmes principes qui ont déjà servi de base à nos premiers travaux (1), et nous ferons ainsi connaître d'avance le plan de notre travail. On peut dire que, dans les animaux et les végétaux d'ordre supérieur, la nutrition se compose

---

(i) Voy. Flore française, vol. I, p. 103; et Mém. del'Inst., classe des Sciences. Report de M. Cuvier.

de sept périodes ou phénomènes généraux, qu'on peut ranger dans l'ordre suivant :

1°. Les êtres organisés introduisent, par un ou plusieurs orifices déterminés, la matière qui doit servir leur nourriture, et celle qui leur sert de véhicule. Ces orifices sont uniques dans la plupart des animaux (la bouche), multiples et sous forme de suçoirs dans quelques-uns, tels que les rhizostomes, et dans tous les végétaux. Dans le premier cas, l'aliment entre tantôt sous forme liquide, tantôt sous forme solide; dans le second, toujours sous forme liquide.

2°. L'aliment introduit dans l'être organisé est transporté dans les organes où il doit recevoir son élaboration, en suivant un ou plusieurs canaux déterminés et en étant mu par des forces propres à la vie. Dans l'animal, l'aliment est arrêté en route dans une ou plusieurs cavités particulières (estomac et intestin). Il reçoit une élaboration préalable, qui a pour résultat de séparer la partie liquide (le chyle), chargée de molécules alimentaires de la partie solide, qui en renferme peu ou point, et qui est chassée ou-dehors sous forme d'excréments. Ceux-ci reçoivent seulement avec eux quelques parties des matières sécrétées, qui, comme la bile, ont servi à leur élaboration ou à leur expulsion. Dans les végétaux, où la matière alimentaire est dissoute dans l'eau, tout cet appareil d'élaboration préalable et d'expulsion d'excréments manque en entier, ou presque en entier; le liquide absorbé (la lymphe ou sève) se rend directement aux parties foliacées, où il doit se faire l'élaboration.

3°. Le liquide aqueux chargé des principes alimentaires

taires, l'évaporation, en arrivant à la périphérie du corps, est une évaporation considérable, qui suit des lois différentes de l'évaporation inorganique, et qu'on désigne d'ordinaire sous le nom de transpiration. Dans les animaux, ce liquide, extrait d'une masse solide qui a pénétré dans l'estomac, est très-chargé de matières nutritives, et la partie aqueuse, qui s'échappe au-dehors, est peu considérable. C'est cette fonction qui porte spécialement le nom de transpiration insensible. Dans les végétaux, les molécules nutritives y sont en moindre quantité, et le liquide qui a servi de véhicule dès l'origine, et qui reprend à la fois les excréments et la matière de la transpiration animale, sort en grande abondance par les parties foliacées. Ce double rôle a fait donner à cette fonction végétale le nom d'émanation ou d'exhalaison aqueuse.

1°. Le sue alimentaire a besoin, dans l'un et dans l'autre règnes, d'être exposé à l'action de l'air atmosphérique, pour y puiser les principes nécessaires à la nutrition organique, ou se débarrasser de ceux qui lui sont inutiles ou dangereux. Chez les animaux, l'exposition à l'air, ou la respiration, a pour résultat d'accroître dans le sue alimentaire la quantité proportionnelle d'oxygène (i); chez les végétaux, cette même fonction a

(0 On a remarqué, trop généralement, dans la physiologie animale, de considérer la respiration comme la cause unique de l'oxygénation du sang, tandis qu'elle n'est qu'une partie importante du phénomène. La prédominance de l'oxygène dans le sang artériel résulte, en outre, de ce que les poumons enlèvent au sang veineux une partie notable de son carbone par la formation de l'a-

pour r&uitat d'y accroître la quantity de carbone. L'oxigene, principe iminément excitant, tend à donner aux animaux la force n&cessaire & l'ex&cutio de leurmouvement, et se combine en quantity d'autant plus grande, que l'anim&l appartient h une classe plus b\ev6e dans l'ichelle des 6tres. Le carbone, principe foninément fixe et inalterable, tend à donner aux v<sg&aux la permanence que comporte leur immobility, et se depose en quantity plus grande daps les v&g&aux des classes sup&rieures.

5°. Le sue alimentaire, modify par les deux pb&no-m&nes pr&cedens, se transforme en un sue nouveau (le sang dans les animaux, la gomme et lcs sues analogues dans lcs v&g&t?ux), qui se porte principalement dans les parties les plus actives de l'organisation, et depose les molecules alimentaires dans les mailles du tissu.

6°. Une portion des mol&cules alimentaires est d&pos&e dans certains organes particuliers, d'où les vaisseaux qui apportent la lympe peuvent la r&clirer, dans certains cas, pour la transporter dans d'autres organes. Ainsi, les Epiploons dans lcs animaux, les tubercules dans les v&g&taux, sont des d&p&ts de nourriture d&jk 6labor&c,

cjde carbonique expir&e; 2° de ce que lcs reins lui enl&veit une partie de son azote par la formation de l'ur&e, la mati&re la plus azot&c de toutes les mati&res animales; 3° de ce que le foie en l&ve au sang veineux une partie de l'hydrog&ne par la formation de la bile, mati&re huileuse tr&sh3 drog^nc. La reunion de ces trois actions d&termine essentiellement l'oxig&nalio du sang, &t il est **doublex**\* qu'aucune partie d'oxig&ne inspire\* s'j combine directement.

qui peut être transporté ailleurs sans grande élaboration nouvelle.

7<sup>o</sup>. Un certain nombre d'organes particuliers, qu'on appelle *glandes* ou *organes glandulaires*, ont la faculté de tirer du suc nutritif commun des sucs particuliers, soit pour en débarrasser le corps, soit pour remplir certains usages spéciaux. On donne le nom de *sécrétions* à ces opérations des organes glandulaires, et on appelle *sécrétions excrémentielles* celles qui forment des matières destinées à être simplement chassées hors du corps, comme l'urine dans les animaux; et *sécrétions nutritives* celles qui, comme la bile, doivent avoir une action à l'intérieur avant de sortir du corps. Nous verrons que des phénomènes analogues, quoique plus obscurs, ont lieu dans les végétaux.

Ainsi, les mêmes grandes périodes ou phénomènes partiels que l'on peut distinguer dans la nutrition animale, se retrouvent dans la nutrition végétale, et les différences peuvent se réduire toutes à des conséquences plus ou moins directes de la mobilité propre aux animaux, et de l'immobilité propre aux végétaux (1).

La comparaison que nous venons d'établir entre ceux des animaux et des végétaux dont l'organisation paraît la plus compliquée et est certainement la mieux connue, se retrouve entre ceux qu'on a dit ordinairement d'ordre inférieur, tels que les zoophytes et les cellulaires. Dans l'une et l'autre de ces classes, on ne trouve plus de vaisseaux proprement dits, et l'acte entier de la nutrition

---

(1) Voy. Thér. vég., Intrad., p. 11-17, §. 5-10.

parait s'effectuer localement dans des cellules closes, et qui semblent avoir une vie individuelle.

Nous devons maintenant, après cet exposé général, entrer dans le développement des sept périodes de la nutrition des vaisseaux vasculaires, et nous passerons ensuite à l'histoire des cellulaires.

---

## CHAPITRE II.

### *Absorption de la sève par les végétaux vasculaires (1).*

LE principe fondamental de toute l'histoire de la nutrition végétale, c'est qu'aucune matière alimentaire ne pénètre dans le végétal, sans que l'eau lui serve de véhicule. Sans eau, point de végétation; c'est un fait qui se représente sous trop de formes pour qu'il soit nécessaire de le prouver. Nous avons donc à examiner ici par où l'eau entre dans les végétaux vasculaires, quelle force détermine son entrée, et de quelles matières elle est ou peut être chargée en y entrant.

#### §. I. Organes de l'absorption.

Il n'est, sans doute, pas besoin de preuves détaillées pour établir que la sève pénètre dans les végétaux vascu-

---

(1) Cette classe, que j'ai établie; J. E. 1805 (Flora; française, I, p. 68), correspond aux plaques *xylines* de M. Schultze (Bibl. univ., nov. 1817), ou aux plaques interappendiculaires de M. Turpin. Je consulte le uoin de vasculaires, non-sculcincent puisque qu'il est le plus ancien, qu'il a été admis par la plupart des auteurs, mais encore parce que le nom de *xylines* (dérivé de *xylos*, bois) paraît difficile à adopter pour une classe qui comprend une foule de plaques purement hétérotes.

laire par les racines : les faits les plus triviaux suffisent pour le démontrer; et si quelques observations plus rares semblent faire exception à cette loi, elles ont besoin d'explications particulières, mais n'ébranlent point la théorie générale. Ainsi, certains végétaux particuliers et du nombre des parasites, tels que les cuscutes, pompent leur nourriture, pendant une partie de leur existence, au moyen de suçoirs ou organes spéciaux d'absorption, qui suppléent pour eux à l'insistance des racines; ainsi quelques végétaux ou frugiens de végétaux qui renferment une certaine quantité de nourriture accumulée d'avance, peuvent pousser de nouvelles productions, quoique privés de moyens d'absorption: mais cet effet temporaire ne change rien à la loi générale, et n'est qu'un déplacement de nourriture. Ainsi quelques végétaux faux-parasites, tels que certains *Strobilanthus* ou quelques épiphytes, vivent avec assez de lenteur et absorbent peut-être assez de l'air même ou de la pluie pour pouvoir se développer sans que leurs racines soient plongées dans le sol. Celles-ci ne peuvent que l'humidité superficielle des troncs des arbres qui les portent.

Les deux exceptions les plus remarquables sont les expériences par lesquelles on fait absorber l'eau ou par la surface des feuilles, ou par la coupe horizontale des branches.

Les premières de ces expériences sont dues à Bonnet (1). Il a vu que des feuilles posées sur une tige par le côté qui est le plus de son côté, peuvent se conserver fraîches pendant un temps assez long. Ce fait remar-

---

(1) Recherches sur l'usage des feuilles. 1 vol. in-4. Leyde, 1754.

quable peut s'expliquer de deux manières : ou bien, ce qui me paraît le plus probable, en admettant que la position des stomates sur l'eau arrête l'évaporation des sucs que la feuille renferme, et conserve sa fraîcheur; ou bien, ce qui a été plus généralement admis, en supposant que les stomates peuvent, dans certaines circonstances, devenir organes absorbans, au lieu d'être organes exhalans. Peut-être ces deux hypothèses sont-elles vraies chacune dans des circonstances données; mais laquelle des deux qu'on admette, on n'en est pas moins forcé d'avouer que l'absorption par les racines est le cours ordinaire et naturel de la végétation, à peu près comme personne ne nie, quant au règne animal, que l'absorption des aliments par la bouche ne soit le mode naturel d'alimentation, quoiqu'on sache que des lavemens de liquides nutritifs ont quelquefois prolongé la vie, ou que des frictions sur la peau déterminent l'absorption cutanée de quelques médicaments, ou qu'enfin le corps, soit par absorption, soit plutôt par défaut d'évaporation, gagne un peu de poids dans un bain prolongé.

L'effet des arrosements sur les feuilles des plantes vivantes est encore un fait remarquable et qui rentre dans la classe de ceux dont je viens de parler. Il paraît bien que, dans le cas où le tissu foliaire est privé de l'eau qui lui est nécessaire pour le maintenir dans son état de plénitude naturelle, alors les stomates ou les pores insensibles de la surface sont doués de la faculté de s'imbibber rapidement d'eau. Il n'est pas douteux que, dans quelques cas de sécheresse extrême, et notamment pour les plantes grasses et les végétaux cellulaires, il n'est pas **douteux, dis-je**, que ce ne soit là un moyen supplémentaire propre

h soutenir leur existence; mais ce n'est pas le cours ordinaire de la végétation.

Quelques-uns enfin, en exagérant ces phénomènes accidentels, et en les liant avec les faits relatifs à la respiration végétale, ont cherché à établir que les végétaux tirent de l'atmosphère une partie notable de leur nourriture. Je suis loin de nier, comme on le verra dans la suite, cette action de l'atmosphère sur la nutrition; mais elle me paraît tenir à une autre partie de ce phénomène complexe, et ne point altérer la proposition primitive que le suc ou lymphé pénètre dans les végétaux vasculaires par les racines.

L'action de l'atmosphère sur les végétaux correspond à la respiration animale, et jamais personne n'a imaginé de dire, autrement que comme métaphore, que les animaux se nourrissent d'air; on s'est contenté avec raison de dire que l'air influe sur leur nutrition.

Ce ne sont pas même les racines entières qui sont douées de la faculté d'absorber la nourriture, mais seulement leurs extrémités ou leurs spongioles, comme je l'ai établi dans *l'Organographie*, vol. I, page 261. La surface de la racine, dont l'épiderme a acquis une certaine consistance, n'absorbe pas l'eau ambiante; mais comme les racines et les moindres radicelles s'allongent sans cesse par leur extrémité, il en résulte que cette extrémité, composée d'un tissu cellulaire fin, serré, spongieux et tout fraîchement *Aivcloppi*, possède au plus haut degré la faculté hygroscopique propre au tissu végétal.

M. Carradori (1) a remarqué qu'il se fait une petite

---

(1) *Degli organi assorbenti delle radici delle piante*\* In-8°.

absorption, soit par la surface même des racines, soit par les poils fugaces dont les racines des jeunes plantes sont souvent munies; mais cet effet semble dû à la simple hygroscopticité générale, et lui-même convie que cette absorption est extrêmement faible, surtout dans les racines adultes et ligneuses, comparativement à celui qui a lieu par les extrémités. Ses expériences ne sont pas données avec un degré de détails suffisant pour apprécier cette comparaison.

Lorsqu'on coupe une branche d'arbre et qu'on la plonge dans l'eau, son tissu ligneux, ainsi dénudé, absorbe bien une certaine quantité d'eau, et c'est de cette manière qu'on soutient la vie des branches qu'on place dans des vases pour l'ornement des salons > mais cet effet a un terme. L'extrémité coupée et plongée dans l'eau ne se renouvelle point comme celle de la racine; elle est, par conséquent, plus ou moins vite altérée ou détruite par le contact de l'eau. On renouvelle son action en coupant l'extrémité corrompue, et en mettant ainsi une nouvelle surface saine en contact avec le liquide. L'eau qui pénètre de cette manière dans le tissu ligneux des végétaux soutient leur existence, au moins pour un certain temps, comme si elle était retenue par les spongioles. C'est ce dont on peut s'assurer dans les phénomènes que présente le développement des bontures d'arbres, lesquelles ne se nourrissent, en général, que par l'eau pompée par la surface de leur bois dénudé. Ces moyens de nutrition sont cependant accidentels ou artificiels, et l'absorption s'opère naturellement par les spongioles en général, ou par les suçoirs de quelques végétaux parasites.

Scnebier a vu que, si Ton coupe une plante en trois parties, les racines jusqu'au collet, la tige jusqu'à la ramification, et la sommité feuillée, lorsqu'on les plonge dans l'eau par la-base, toutes trois pompent une certaine quantité, mais la partie feuillée plus que les autres. Cette absorption a essentiellement lieu par la coupe, & où le corps ligneux est mis à nu. Un rameau de frainboisier, mis dans l'eau au soleil, a pompé cent cinquante grains, et n'en a plus tiré que huile quand sa coupe a été recouverte de cir. Il en a tiré autant, lorsque, ayant la coupe couverte, il plongeait dans toute sa longueur, que lorsqu'il ne plongeait que par une zone très-courte; ce qui prouve que l'épiderme est presque imperméable à l'eau.

Le corps ligneux, mis à nu, pompe l'humidité en tous sens, c'est-à-dire, qu'une branche coupée et mise dans l'eau en aspire, soit qu'on la mette tremper par la coupe supérieure ou par la coupe inférieure. La direction habituelle ou directe paraît lui offrir cependant quelque facilité de plus que la situation inverse. C'est ce qui résulte, 1° de l'observation de M. Pollini (1) que les sucs aquatiques montent un peu moins haut dans les brandies situées en sens inverse; 2° de l'observation des jardiniers et de M. Knight, que, dans les boutures faites en sens inverse > il n'y a le plus souvent que les bourgeons inférieurs qui se développent, et non les supérieurs, comme le font ceux en sens direct. Il faut, pour que ces expériences soient comparatives, que les coupes horizontales soient égales; et comme je doutais si cette circonstance a été prise en considération, j'ai eu l'expérience suivante: j'ai

---

(i) *Elem. di botan.*, I, p. 281.

placé deux branches de saule dans l'eau, l'une en sens direct, l'autre en sens inverse, et choisies de manière que les deux coupes absorbantes fussent égales; j'ai vu la quantité d'eau absorbée à peu près égale; mais la branche en sens inverse a poussé des racines un peu plus tard que celle en sens direct (1).

Le bois tend à absorber de l'eau non-seulement par sa coupe transversale, mais aussi dans le sens longitudinal. Ainsi j'ai placé dans l'eau (2) une branche de saule dont la coupe était mastiquée, mais qui dans la partie immergée était dénudée d'écorce par enlèvement d'un anneau cortical d'un pouce de longueur. Cette branche a poussé ses bourgeons et ses racines d'une manière semblable aux branches qui trempaient par la coupe transversale.

La faculté hygroscopique du bois fait que, lorsqu'on l'expose à l'air, il s'empare facilement de l'humidité ambiante, et que, conservé dans les lieux abrités, il ne se dessèche jamais de lui-même. Rumford (5), ayant fait sécher dans une gluve un morceau de bois provenant de l'intérieur d'une poutre qui était depuis cent cinquante ans placée dans un bâtiment, a vu qu'elle n'avait perdu qu'environ dix pour cent de son poids; et il pense de là que c'est le plus haut degré de dessiccation naturelle que le bois puisse atteindre dans nos climats. Un rondin de chêne, conservé dix-huit mois à l'air, et qu'on pouvait regarder comme d'excellent bois à brûler, a

^ ^

---

(1) Mém. sur les lenticelles, Ann. de sc. nat., 1815, janv. p. 18 et 19.

(2) *Ibid.*, p. 4.

(3) Mém. sur le bois et le charbon. In-S\*. Paris, 1811.

perdu par la dessiccation 84 pour 100. Le même physicien a vu que des copeaux de bois bien desséchés dans une étuve peuvent reprendre une quantité notable d'eau à l'air libre. En plaçant ces copeaux vingt-quatre heures dans un salon, les extrêmes de cette faculté d'absorption ont été, d'un côté, le peuplier d'Italie, dont des copeaux de 5 pouces de longueur sur 6 lignes de largeur ont pompé 0,87 gr., et, de l'autre, le chêne, qui aux mêmes dimensions a pompé 1,40 gr. Lorsque ces mêmes copeaux furent exposés huit jours de suite, ils n'augmentèrent pas de poids, quand l'air restait à la même température, mais en perdaient quand il se réchauffait; de sorte que cette expérience prouve et que l'absorption est rapide, et qu'elle atteint un état d'équilibre déterminé par la température de l'air ambiant, et sûrement aussi par son état hygrométrique.

Il résulte de la discussion établie dans cet article, 1° que l'absorption habituelle et vitale de l'eau par les plantes s'exécute par les spongioles des racines; 2° que, dans quelques cas rares, et qui paraissent accidentels, la surface des feuilles fanées peut absorber un peu d'eau; 3° que le corps ligneux, dénudé et mis en contact avec l'eau ou avec de l'air très humide, tend à absorber de l'eau par une simple propriété de tissu. La quantité de cette absorption est plus grande pendant la vie qu'après la mort, parce que l'action des feuilles tend à enlever l'eau absorbée; ce qui force le corps ligneux à en absorber de nouvelle.

#### 5- II. De la force qui détermine l'absorption.

De même que, dans les animaux, les forces qui deter-

minent l'entrée de l'aliment dans la bouche sont fort différentes de celles qui de la bouche le conduisent à l'estomac, de même aussi on doit distinguer avec soin dans les végétaux la force d'absorption qui réside dans les spongiolles, de celle qui détermine l'ascension de la sève dans les tiges. Toutefois au moins, si ces deux classes de faits tiennent à la même cause, il convient de les distinguer dans l'étude. La force d'absorption des spongiolles paraît être un résultat de leur action vitale, combinée avec la capillarité, et surtout avec cette force hygroscopique dont le tissu végétal est généralement doué.

J'avais jadis (1), d'après Topinon adoptée par Senebier, attribué cet effet à la seule hygroscopicité; mais l'examen des phénomènes qui se passent au premier printemps, m'a entraîné à admettre l'action directe de la contractilité vitale des spongiolles,

Les végétaux étant pourvus de volonté et de mouvement spontané, n'ayant, par conséquent, aucun organe d'appréhension proprement dit, et ne pouvant aller chercher l'aliment qui leur convient, il fallait, pour que leur nutrition fût possible, qu'une force sans cesse agissante et présente à leur tissu leur donnât le moyen d'absorber leur nourriture, toutes les fois que celle-ci se trouverait en contact avec eux; il fallait que cette nourriture fût assez répandue dans la nature pour qu'ils eussent la chance de la trouver presque partout, sans être facile à absorber pour n'opposer aucune résistance aux faibles moyens d'action des végétaux.

Ces conditions nécessaires d'existence sont remplies

(1) Princ. élém. de bot., Floribion<sup>s</sup>, I, p. 166.

par l'organisation des spongioles, organes de succion, et par la nature de l'eau, qui se trouve abondamment répandue dans la nature, et presque toujours chargée de principes nourriciers.

La nature de l'action des spongioles est remarquable en ce que le choix qu'elles semblent faire des matières qu'elles absorbent ne paraît pas déterminé par les besoins naturels de la plante \* mais par la faculté plus ou moins grande que la nature des liquides peut déterminer. Ainsi M. Theodore de Saussure (1) a vu, 1° que, si l'on place des pinnules dans de l'eau chargée de principes salins, sucrés, gommeux, etc., les spongioles absorbent à proportion plus d'eau que des matières qui y sont dissoutes; de telle sorte que l'eau qui reste après l'expérience est plus saturée qu'avant d'y avoir plongé les racines. 2° Si l'on plonge les racines dans diverses solutions, elles absorbent davantage des matières les plus fluides, lors même que ces matières sont nuisibles à la plante, et absorbent une moindre dose des matières visqueuses, lors même qu'elles contiennent plus de substances nutritives. Ainsi le sulfate de cuivre, la plus nuisible des matières employées, a été absorbé en très grande dose, tandis que la gomme ne l'a absorbé qu'en petite quantité. Lorsqu'on plonge les plantes dans des solutions de gomme à diverses doses, on voit qu'elles absorbent d'autant moins, que la solution est plus visqueuse. Davy (2) a vu aussi des plantes périr dans des solutions très chargées de sucre ou de gomme, et prospérer dans des solutions

---

(1) R. ch. chin. . chap. 8.

(2) Chim. agr., II, p. 15.

des mêmes matières très étendues dans l'eau. Ce résultat de la viscosité se retrouve lorsqu'on plonge les racines dans de l'eau qui renferme des molécules pulvérulentes en suspension. Ainsi l'eau de fécule, qui contient des particules charbonneuses, et les caux coloniales enrent dans les racines à la moindre proportion que l'eau pure, et en proportion d'autant moindre, qu'on remplisse une eau plus chargée de molécules étrangères. Il semble que ces particules finissent par obstruer les pores imperceptibles, les méats ou les cellules des spongiolos. M. Th. de Saussure a remarqué que des lois analogues se suivent dans les liquides où Ton a fait dissoudre des matières diverses : les plus fluides sont absorbées en quantité plus grande que les autres. On pourrait donc dire que les racines exercent une espèce de choix dans le terreau, mais que ce choix, loin d'être relatif aux besoins de la plante, n'a de rapports qu'à une circonstance purement mécanique. La cause qui l'exerce devrait donc être considérée comme une véritable propriété de tissu que comme une véritable propriété vitale.

D'un autre côté, M. Polliani (i) qui a vu ces expériences, a trouvé que, dans des solutions de diverses substances dans l'eau, les racines les pompent et absorbent diverses qualités sans changement sensible de la viscosité. Ainsi il a vu constamment, dit-il, les racines absorber plus de muriate de soude que de potasse que d'acetate ou de urate de chaux, plus de sucre que de gomme. Il a vu, en outre, que, si on coupe une racine de la racine, l'eau

---

(i) *Saggio diosserv. e di speriente sulla vegct. degli 'Alberti* Iu-8°. Veiona, 1815.

qui érite par la ptaié contient indifféremment de tous les sels qui y sont dissous, et la portion qui reste après l'absorption n'en contient pas plus qu'auparavant.

Ces faits, un peu contraires aux précédents, mais néanmoins rigoureusement établis, paraissent conduire à l'idée d'une action vitale des spongioles.

Une autre circonstance remarquable des expériences que j'ai citées plus haut, c'est que le tissu des spongioles désorganisé semble donner un plus libre passage aux sucs que celui qui a conservé sa nature intacte. Ainsi les plantes n'ont pu vivre que deux ou trois jours dans la solution de sulfate de cuivre, dont elles absorbaient beaucoup, et ont vécu huit à dix jours dans celle de gomme, dont elles absorbaient très peu.

Les branches coupées et plongées dans diverses solutions inspirent aussi à la peau et les maléfices dissous dans l'eau, en suivent des lois analogues. Ainsi, d'après les expériences dont nous rendrons compte plus loin, on voit les branches absorber tous les poisons qu'on leur présente tout aussi bien que les matières propres à les nourrir.

Il est bien vraisemblable que les spongioles des diverses espèces de plantes ne sont pas toutes organisées d'une manière uniforme, et qu'il en est qui peuvent plus ou moins facilement admettre telle ou telle sorte de matières; mais les observations microscopiques sont encore loin de rendre raison de ces différences, et les faits de culture sont encore eux-mêmes trop obscurs pour avoir à cet égard quelque opinion arrêtée.

La manière dont des plantes de nature diverse puisent le sol les unes pour les autres, l'action générale des engrais, le nombre prodigieux de plantes différentes qu'on

peut cultiver dans un même terreau de jardin, tendent à prouver que les différences d'absorption des végétaux doivent être très-peu importantes. A la place de la variété des aliments qui servent à soutenir la vie des animaux, on trouve dans le règne végétal une grande uniformité d'organes absorbants et de matures absorbés. J'ai déjà fait remarquer ailleurs que c'est de là que résulte le rôle important des organes nutritifs dans la zoologie > et leur moindre importance dans la classification botanique (1).

Les faits relatifs à la quantité de liquide absorbé à diverses époques de la vie des pinnies et sous l'empire de diverses circonstances atmosphériques, paraissent plus intimement liés avec l'ascension des sucs qu'avec leur suction\*. Nous ne les mentionnerons donc que dans le chapitre suivant.

Les spongioles des racines sont essentiellement composées de tissu cellulaire; les cellules en sont arrondies ou ovales, et il est vraisemblable que l'eau s'infiltré dans leurs espaces intercellulaires, soit par un effet d'hygroscopie et de capillarité qui se retrouve encore un peu après la mort, soit très-probablement par les contractions et dilatations alternatives des cellules, qui sont la partie vitale du phénomène, et déterminent la quantité si considérable de l'absorption des plantes vivantes comparée à celle des plantes mortes.

### §• III. De la nature du liquide absorbé par les racines.

Les végétaux absorbent par leurs racines un liquide aqueux; mais ce liquide est-il de l'eau pure? Les physiologistes antérieurs à la chimie moderne croyaient que les

---

(1) T.Wor. (5Um., § 9 et 10.

plantes pouvaient vivre? d'eau pure seulement. Boyle chercha à prouver cette hypothèse par des faits; in&is Van-Helmont donna surtout un grand poids à cette opinion en arrosant d'eau de pluie (qu'il croyait très-pure) un saule planté dans un terrain pesé avec soin et de nature connue; au bout de cinq ans Van-Helmont vit que la terre n'avait presque pas diminué de poids, et que le saule s'était accru de cent cinquante livres; d'où il concluait que l'eau seule l'avait nourri. Mais l'eau de pluie contient de l'air et souvent d'autres substances en solution; l'arbre tirait une certaine quantité de matières de l'atmosphère; et, dans les détails de l'expérience, on était loin d'avoir pris toutes les précautions nécessaires pour s'assurer que l'eau ne renfermait pas de matières étrangères. Aussi DuRoi et Bonnet, dans des expériences analogues, virent bien que les plantes exposées à l'air pouvaient vivre arrosées avec de l'eau distillée, mais qu'elles prenaient très-peu de développement. Duhamel (1) a élevé des marronniers pendant trois ans, et un chêne pendant huit ans, exposés à l'air libre, en les arrosant d'eau distillée; mais ces arbres y ont pris si peu de développement, qu'il ne pensa pas que l'eau pure suffise à la nutrition des plantes. Lorsqu'on opère dans des vases clos, et qu'on y ajoute de l'air chargé d'acide carbonique, on voit alors très-clairement que, si l'eau pure suffit pour déterminer les premiers développements en délayant les matières renfermées dans la graine ou le tubercule mis en expérience, elle ne peut en aucune manière fournir à la plante tout l'aliment qui lui est nécessaire.

---

(1) Hist. de l'Acad. des sc. de Paris pour 1748.

Mais l'eau pure, telle que la distillation nous la fournit, n'existe point dans la nature : toute eau exposée à l'air en dissout une certaine quantité; toute eau mise en contact avec des matières terreuses, salines ou d'origine organique, en dissout une dose plus ou moins considérable. Ainsi l'eau que les végétaux absorbent est nécessairement chargée de principes divers. Nous allons les indiquer succinctement pour faire comprendre que toutes les substances que l'analyse chimique démontre exister dans les végétaux peuvent y pénétrer avec l'eau pompée par les racines. Plus tard nous examinerons le rôle de chacune d'elles dans la nutrition.

Le carbone, qui compose une si grande partie de la masse des végétaux, n'y pénètre point à l'état solide. En effet, il n'est point soluble sous cette forme dans l'eau; aussi, lorsqu'on met une plante dans du charbon en l'arroset d'eau distillée, elle y vit à peu près comme dans du verre pilé, et sans absorber des molécules charbonneuses; lorsqu'on la plonge par ses racines dans l'eau de fumier, qui contient beaucoup de parties charbonneuses en suspension, elle en absorbe très-peu, et d'autant moins que l'eau en est plus chargée. Davy a fait tremper (1) une vigne dans de l'eau mêlée de charbon en poudre impalpable, et il a vu qu'aucune molécule n'avait pénétré dans les racines, ou tout au moins qu'on ne pouvait en reconnaître aucune dans leur tissu; mais le carbone ou le charbon ont une grande tendance à se combiner avec l'oxygène de l'air pour former de l'acide carbonique, et celui-ci est tellement dissoluble

---

(i) *Clém. agr.*, 11, p. 2,

dans l'eau, qu'il n'y a jamais d'eau exposée à l'air on filtrant dans le terrreau, qui n'en contient une quantité plus ou moins grande. On peut démontrer l'importance de cet acide carbonique par des expériences. Si l'on place deux plantes dans un sol de sable quartzé ou de verre pilé, et qu'on en arrose une avec de l'eau distillée, et l'autre avec de l'eau chargée d'acide carbonique, on voit que cette dernière vit bien mieux et bien plus long-temps que la première. Cet acide carbonique dissous dans l'eau, que les racines absorbent, est évidemment une des sources du carbone qui compose la masse des végétaux. Nous verrons dans la suite qu'il en est d'autres.

Cette même eau contribue encore à l'introduction du carbone, parce qu'elle contient presque toujours une certaine quantité de matières solubles d'origine animale ou végétale, qui se composent elles-mêmes de carbone et de toutes les autres matières dont le végétal a besoin. C'est la quantité plus ou moins grande de ces matières d'origine organique qui détermine les principales différences de la fertilité des terrains; c'est pourquoi les engrais sont particulièrement utiles, soit par l'acide carbonique qu'ils contiennent tout formé; soit parce que leur carbone, s'unissant à l'oxygène de l'air, en forme de toutes pièces; soit parce que leur action sur les parties d'origine organique contenues dans le terreau détermine leur décomposition; soit enfin parce que leur action sur les matières minérales tend fréquemment à accroître leur solubilité.

L'eau absorbée par les racines contient encore en dissolution une quantité variable d'air atmosphérique, et,

par consequent, il s'introduit ainsi dans le végétal une certaine quantité d'oxygène et d'azote. Le premier de ces gaz peut être aussi fourni par la décomposition de l'eau ; et cette même circonstance explique aussi la quantité d'hydrogène libre ou combiné qui existe dans les matières végétales. Quant à l'azote, quoiqu'on ait coutume de ne pas le compter parmi les matériaux ordinaires des végétaux, on ne peut nier qu'il ne s'y trouve fréquemment. Lorsqu'on tire l'air d'une plante avec une machine pneumatique, les premières parties qu'on obtient sont sensiblement de l'air atmosphérique; les dernières sont de l'air fort chargé d'azote; peut-être doit-on dire que l'oxygène de l'air atmosphérique s'est combiné avec le végétal, et a laissé l'azote libre dans certaines cavités aériennes, sans qu'on puisse le considérer comme partie du végétal. Mais tout au moins on ne peut nier que l'azote se trouve combiné dans les crucifères, les champignons, le principe glutineux du froment et plusieurs autres matériaux immédiats des végétaux, tels que l'indigo, etc. On voit qu'il peut être introduit dans la plante, soit avec l'air atmosphérique, soit au moyen des sels solubles d'origine animale que pompent les racines, soit mélangé avec l'acide carbonique, comme on le trouve fréquemment dans la nature d'après Spallanzani et Senebier. Ce dernier moyen d'introduction de l'azote se confirme par l'observation de Proust que les plantes vertes, c'est-à-dire, qui ont décomposé de l'acide carbonique, contiennent plus d'azote que les plantes étolées.

Les racines aspirent encore avec l'eau tous les sels alcalins et terreux que cette eau contient en solution. Tels sont surtout les carbonates de soude, de potasse, de

chaux, etc. Toutes les matières alcalines et terreuses qu'on trouve dans les végétaux paraissent ainsi absorbées par le végétal, sans qu'il y ait probabilité qu'elles composent elles-mêmes les sels qu'elles contiennent, sauf dans quelques cas rares que nous mentionnerons dans la suite. Ainsi les qualités et les quantités des matières terreuses que les plantes présentent à l'analyse, sont variables selon le terrain où elles ont crû. On sait depuis long-temps que les plantes maritimes contiennent des sels de soude, lorsqu'elles croissent près de la mer, et des sels de potasse, lorsqu'elles vivent loin des eaux salées. M. Theodore de Saussure a vu que le *rhododendron* contient beaucoup plus de sels calcaires, lorsqu'il a crû sur un sol tout calcaire, que lorsqu'on le recueille sur un sol granitique. Ainsi ces faits, dont on pourrait sans peine multiplier les exemples, tendent à prouver que les sels alcalins et terreux sont, en général, tirés du sol par les racines.

On en peut dire autant des oxides métalliques, qui sont solubles dans l'eau; des matières phosphorées ou sulfureuses, qui sont rares dans les végétaux, et qui peuvent provenir des matières animales ou végétales mêlées dans le terreau; et, en un mot, on peut retrouver dans la nature du sol l'origine de toutes les matières dont les végétaux se composent. Mais quelques-unes ont offert des difficultés qui ont mérité un examen spécial.

i°. Les végétaux renferment une quantité de silice, qui, quoiqu'en général peu considérable, n'est pas cependant pour mériter d'être négligée, et dont l'origine est difficile à comprendre, puisque la silice ni les sels silicieux ne sont pas habituellement solubles dans l'eau. Il faut

observer ici que la silice est évidemment soluble dans l'eau dans des circonstances que les procédés de laboratoire ne savent pas facilement imiter, mais qui n'en existent pas moins dans la nature. Ainsi les sources bouillantes du Geiser déposent sur leurs bords de la silice qu'elles tenaient en solution. Les cristaux et les stalactites siliceuses n'ont pas dû avoir une autre origine. M. Berzelius a aussi démontré que la silice à l'état naissant est dissoute par l'eau en assez grande quantité, et il est probable, par conséquent\*, que la même chose doit avoir lieu quand les molécules de silice se séparent des composés dont elles faisaient partie. Il paraît donc que la silice est soluble dans l'eau, mais en très-faible dose : or, quelque petite que soit cette dose, la quantité immense d'eau qui entre dans un végétal doit lui apporter une quantité notable, et l'indissolubilité habituelle de la silice fait que, pour peu qu'il en soit entré, on la retrouve toute à l'analyse, puisque l'eau des pluies ne peut l'empêcher, comme elle le fait pour les sels solubles.. C'est peut-être en partie la cause de la grande quantité d'eau qui est nécessaire pour dissoudre un peu de silice, que les terrains siliceux ont besoin de beaucoup plus d'arrosage que les autres pour être fertiles,

Le raisonnement que nous venons de faire sur la silice sera également applicable à toutes les matières insolubles dans l'eau qu'on trouve dans les végétaux; il faut de plus observer que les matières réduites en molécules très-fines et suspendues dans l'eau peuvent probablement être entraînées avec elles dans le tissu végétal, mais en très-faible dose.

2°. On s'annonce que les plantes crues dans un terrain

en apparence tout calcaire, par exemple, ou tout siliceux, contiennent cependant des sels terreux de nature diverse. Cela tient à ce que les plantes vivent dans un terreau» lequel est toujours un mélange non-seulement des diverses substances minérales du pays, mais encore de celles que la poussière suspendue dans l'air y apporte, de celles que la végétation antérieure y a déposées, de celles que les animaux y transportent et y déposent continuellement. Le terreau est donc le mélange d'une multitude de matières; les racines les absorbent toutes, et d'autant plus qu'elles sont plus solubles, et on les retrouve à l'analyse des plantes dans des quantités déterminées, en partie par la quantité qui en existait dans le terreau, en partie aussi par le sort qu'elles ont éprouvé pendant l'action de la végétation.

3°. On cite certains végétaux qui passent pour élémentaires, et qui se trouvent en quantité si considérable dans certains végétaux, qu'on est tenté d'attribuer à ces plantes la faculté de les former. C'est surtout du fer qu'on a fondé cette opinion. On cite un nombre de végétaux qui contiennent dans certaines de leurs parties une quantité de fer bien plus grande que celle du terreau où ils ont crû; mais qui ne voit que, si l'eau pompée par les racines ne contient que 1/1000 d'oxide de fer, par exemple, la continuité de cette action peut déposer dans un organe donné une quantité de fer qui pourrait aller jusqu'à 1/10, sans être obligé d'admettre aucune formation extraordinaire. M. Van-Marum a vu des conferves et autres plantes aquatiques croître dans un bassin, puis se déposer après leur mort dans le fond de ce bassin, et y former une sorte de dépôt tourbeux qui contenait du fer. Ce fait

tend-il à prouver que ces conferves ont formé du fer? Je ne le pense pas; car, quelque petite que pût être la quantité d'oxide de fer continue dans l'eau qui alimentait le bassin, ou déposée par l'air, elle suffirait à la longue pour expliquer le fer qui se trouverait fixé dans les plantes aquatiques.

Toute cette théorie repose sur la quantité énorme d'eau que les végétaux absorbent; une grande partie de cette eau ne sert que de véhicule pour charrier dans la plante toutes les matières qui y sont dissoutes; une autre partie sort de la racine nième du végétal, comme M. Th. de Soussure l'a démontré. Nous reviendrons plus tard sur le rôle de ces matières dans la nutrition; je n'ai voulu, dans ce premier aperçu, montrer qu'une chose; c'est que l'absorption par les racines suffit pour expliquer l'origine des matières contenues dans les végétaux.

Il faut bien se garder cependant d'exagérer cette idée au point de croire avec les anciens agriculteurs que les matières propres à chaque plante sont contenues dans le sol à un état particulier, et que chaque espèce tire du terrain un aliment spécial: on sait que c'était ainsi qu'on s'expliquait pourquoi certaines plantes peuvent vivre dans un sol après telle autre, tandis qu'il si on y remet une espèce identique avec celle de l'année précédente, elle y meurt ou y languit, parce qu'elle ne trouve plus la nourriture qui lui convient. Mariotte avait dit, en 1679 » ingénieusement réitéré ce théorème populaire. « Si, disait-il, vous examinez le nombre de plantes différentes qui peuvent vivre dans un vase quelconque plein de sept ou huit livres de terre, vous verrez, d'après la pratique, que trois ou quatre mille espèces

différentes peuvent y prospérer. Or, si chacune avait besoin d'un aliment spécial, et que vous supposiez qu'elle eût besoin seulement d'un grain<sup>e</sup> de nourriture qui lui fût propre, il faudrait déjà environ cinq cents livres de matières pour le trouver! • Cette opinion de la nourriture spéciale des plantes, qu'un physiologiste moderne (1) a tenté de rajetiner, est tout aussi fautive que celle des physiiciens qui voulaient tout attribuer à l'eau. La vérité est entre ces extrêmes, savoir, que les plantes se nourrissent de l'eau, de l'air et de toutes les matières qui se trouvent habituellement dissoutes, ou peut-être habituellement suspendues dans l'eau qu'elles absorbent; que parmi ces matières il en est qu'elles déposent dans leur tissu sans les décomposer; qu'il en est d'autres qui s'y décomposent et y forment avec leurs éléments de nouveaux matériaux, lesquels, étant déterminés par l'action vitale propre à chaque espèce, peuvent se trouver différents dans les différents végétaux. C'est ce qui sera démontré plus en détail ultérieurement.

(1) Atlicr, Bull, des sc. agr. de Feruss., v. 5, n. 1/5; vol. 9, D. 87.

---

## CHAPITRE III.

### *Marche de la Sève ascendante dans les végétaux vasculaires.*

Dès que l'eau du sol, chargée des matières solubles qu'elle contient, est entrée dans les spongioles, elle fait partie des sucs du végétal vivant, et revêt le nom de *lymphc*, de *sève ascendante*, ou de *sève*. Mustel la nommait *sève terrestre*, pour indiquer son origine. C'est de ce suc que nous devons maintenant nous occuper, pour reconnaître quelle est la route qu'il suit dans le végétal, quelles sont les circonstances qui modifient sa direction, sa vitesse ou sa quantité; quelle est enfin la cause ou la force qui détermine son ascension.

#### §. I. Route de la sève ascendante.

Tout le monde sait que la sève absorbée par les racines s'élève jusqu'aux parties foliacées; mais on a beaucoup divergé d'opinion sur la route qu'elle suit pour y parvenir.

Dans le commencement du siècle dernier, Parent et Réaumur (1) ont soutenu avec vivacité deux opinions contraires et également fausses. Parent soutenait que la

---

(1) Hist. de l'Acad. des sc. de Paris pour 1711.

sève monte par la moelle\*; il se fondait sur ce que les branches tirent toujours leur origine d'un prolongement médullaire; sur ce que certains\* arbres, comme le platane, se dépouillent de leur écorce, etc. René-Croissant, au contraire, que la sève monte par l'écorce; il se fondait sur ce que la moelle de certains arbres est nulle ou très-petite; sur ce que les saules creux vivent avec l'écorce seule, etc. Chacun d'eux avait beau jeu pour attaquer son adversaire, mais était mal placé pour défendre sa propre opinion.

Cependant Magnol, dès 1709, avait cherché à résoudre la question par la voie de l'expérience. Il appliqua au règne végétal un procédé analogue à ce qu'on appelle *injections colorées* dans l'anatomie animale, et conserva ce nom, quoique peu exact. La petitesse des vaisseaux des plantes ne permet pas en effet d'y rien injecter; mais il profita de la disposition des racines et des branches à pomper les liquides qu'on met en contact avec elles, pour leur faire absorber des liquides colorés. Plus tard, Sarrabat (sous le nom de Delabaisse) (1), Duhamel, Hill et Bonnet, ont employé le même procédé. Magnol et Delabaisse se servaient du suc rouge de phytolacca; Duhamel et Bonnet employaient l'écorce et la teinture de garance. Ilstedwig s'est bien trouvé de l'infusion du bois de Fernambouc; Hill s'est servi quelquefois, d'une dissolution d'acétate de plomb, qu'il avait après la succion, en plongeant la plante dans du sulfure d'arsenic; mais il a surtout

---

(1) Dissert, sur la circul. de la Sève. i vol. in-4. Boideaux\* 1733.

l'infusion de cochonille, qui méritait en effet la préférence, à cause de la facilité de la préparation, de la vivacité de la couleur, et parce qu'elle se corrompt plus lentement que les autres infusions d'origine organique, et n'altère pas le lissu vestal comme l'encre et les autres infusions de matières minérales; quelques-uns mettent un atome d'alun dans l'infusion de cochonille pour en retarder la putréfaction.

Quel que soit le liquide employé et les variations de l'expérience, les résultats généraux ont peu varié, savoir : que l'eau colorée ne pénètre ni par l'écorce ni par la moelle, mais toujours au travers du corps ligneux, tantôt dans toute son étendue, quelquefois dans sa partie la plus jeune, savoir, l'extérieur du corps ligneux des exogènes, et l'intérieur des endogènes. On obtient ce même résultat général, soit qu'on plonge les plantes munies de toutes leurs racines, soit qu'on emploie des branches coupées. Hales a vu que des branches de pomme micr, d'épaves d'écorce vers leur base, pompent l'eau comme des siphons qui en sont munies. Mustel a vu sur une branche de peuplier plongée par sa base dans l'eau colorée, que celle-ci s'élevait par le corps ligneux seulement; et je me suis assuré que des branches de sureau plongées dans l'eau colorée par leur écorce seulement, ou par leur moelle seulement, n'en absorbent pas une quantité sensible.

C'est donc dans le corps ligneux seul qu'il faut chercher la route de la sève; résultat qu'on aurait pu deviner d'avance, en songeant que cette partie seule est commune aux exogènes et aux endogènes. Si les saules et autres arbres creux paraissent vivre avec l'écorce seule-

lement, c'est qu'il y a toujours une certaine quantity de corps ligneux qui tapisse cette corce à l'intérieur, et que la partie supérieure du tronc offre un bois mou, très-susceptible d'absorber très-médius de l'air, et qui sert comme d'une sponge, d'où les branches pompent l'eau.

Lorsqu'on suit les traces des injections colorées dans le corps ligneux, on les voit rectilignes et parallèles; et, vues au microscope, elles paraissent monter le long des vaisseaux lymphatiques; mais cette route ne paraît pas être celle qu'elles suivent dans le cours ordinaire des choses. M. Bischoff a vu (1) que cette coloration des vaisseaux n'a pas seulement lieu dans les branches coupées, mais aussi dans les plantes entières trempant par leurs racines intactes. On observe que la coloration des os (et non des vaisseaux) des animaux par la garance prouve que ce critère peut être très-trompeur. Il affirme que la coloration des vaisseaux des végétaux n'a lieu qu'en été, et non en hiver, quoiqu'il monte encore un peu de sève. Il rappelle que cette coloration est remarquable par son irregularity : que souvent des faisceaux de tubes de la même plante, quoiqu'ils soient placés d'une manière identique, sont très-irégulièrement colorés. D'après ces considérations, M. Bischoff pense que lorsqu'une plante est dans le sol, elle pompe à la fois de l'eau et de l'air; en sorte qu'elle peut recevoir par ses racines une quantity d'air, suffisante pour remplir ses vaisseaux, malgré

---

(i) *De vera et propria spirali turn planarum structura et indole*, Bonn, in-8°, 1819, 011 l'extrait de cette **Dissertation dans** l'« *Revue* » de l'année 1830. p. 89.

la déperdition continue qui s'en fait par les surfaces foliacées, et qu'alorsic\* sue n'entre point dans les vaisseaux, oil en effet on ne trouve en général quo de l'air. Mais si la plante est plfcée dans un liquide coloré qui, ayant bouilli, contient fort peu d'air, elle absorbe l'air coloré presque sans air. Cependant la déperdition de celui-ci continue par les feuilles, et il s'établit un vide dans les vaisseaux, qui se compense par l'infiltration d'eau colorée y entrant dans ce cas contre nature. M. Bischoff a, on efllet, observé que cette entrée de l'air coloré dans les vaisseaux se détermine à volonté. en y faisant le vide, soit avec la succion buccale, soit avec la pompe pneumatique; si le fionçon plonge dans de l'eau colorée, celle-ci monte dans les vaisseaux à mesure que

le vide s'y établit.

Les conclusions de M. Bischoff ne me paraissent point ébranlées par les observations récemment publiées par M. Link (1) : celui-ci semble même les confirmer, en reconnaissant que la matière colorante ne parvient pas dans les vaisseaux quand on se contente d'arroser le sol, c'est-à-dire, quand on fait entrer de l'eau aérée dans les plantes. Mais il se trompe, selon moi, quand il croit que l'eau colorée ne peut être que par des solutions de continuité. Je l'ai vue en particulier pénétrer par les spongiolles de radicules, nées dans l'eau colorée, et certainement intactes. M. Link a essayé diverscs plantes avec de l'eau contenant 1,5a de cyanure de fer, puis avec de

(i) M. Link appelle les tons des vaisseaux collectivement, l'air que, d'après l'usage ancien, je retire ce nom aux trachées élastiques et déroulables.

l'eau contenant 1,3a de sulfate de fer oxidé : les vaisseaux se sont seuls colorés en bleu, ce fait remarquable prouve seulement que c'est sur la membrane des vaisseaux, ou en dedans, ou en dehors, que s'est fait le dépôt de la matière colorante, comme il se fait dans les os des animaux. M. Link reconnaît lui-même que les vaisseaux (i) des racines ne se sont pas colorés; ce qui devrait avoir lieu, dans son opinion. Croit-on qu'il n'y ait point de silice dans le suc des monocotylédons, quoiqu'on ne la trouve qu'à leur épiderme, parce que c'est elle qu'elle se dépose? Je presume que lorsque la lymphe aborde aux vaisseaux par les mats qui les entourent, elle fournit de la sève qui remplit les vaisseaux, et dépose en même temps sur la paroi une partie des matières qu'elle renferme.

Il paraît donc prouvé qu'à l'état ordinaire % les vaisseaux renferment le plus souvent de la sève, et non de la lymphe, et il paraît certain que celle-ci passe par les mats intercellulaires. On pouvait déjà le penser, 1° parce qu'il est fait seul qu'elle s'élève dans plusieurs végétaux cellulaires, où on ne connaît point de vaisseaux. 2° Il y a des preuves que, dans certains cas, la sève se dévie avec facilité de la direction rectiligne. Ainsi, Hales (2) a fait dans un tronc d'arbre quatre entailles qui atteignaient le centre, et occupaient chacune le quart de l'arbre. Il avait ainsi coupé toutes les fibres du tronc : l'arbre n'a point souffert, la sève a continué de monter comme à l'ordinaire, et a dû évidemment s'extravaser latérale-

(1) Ann. Sc. nat., juin 1851, p. 144.

(2) Statique des végétaux.

ment pour parvenir au sommet. Le mênie physicien a ehoisi trois tilleuls t>rfcs-rapproch&; il a greife par approche celui du milieu avec ses deux voisins : quand la soudure a *il& op<5rte* , il a coupé en travers la partie inférieure du tronc de l'arbre du milieu; celui-ci a continué *h* vivre, nourri par les deux autres. Mustel a fait une forte entaille *h* un tronc sous l'origine d'une grosse branche; celle-ci a continué *h* *v<5g<Hr*; d'oii il conclut l'existence d'une sève laterals. Il parait, d'après ces faits, que la lymphe ne suit pas toujours les vaisseaux. 5° C'est un fait connu, que les couches ligneuses du côté inférieur des branches latérales d'exogènes sont d'autant plus épaissies, si on les compare *h* celles du côté supérieur, que les branches elles-mêmes sont plus horizontales. Cet accroissement d'épaisseur n'a jusqu'ici été expliqué que d'une seule manière, savoir : en admettant qu'une partie des sèves du côté supérieur s'écoule au côté inférieur par l'effet de la pesanteur. Ce fait serait impossible si la sève marchait dans des vases clos; il est très-intelligible, si elle se glisse dans les espaces intercellulaires. On sait, en général, que la sève monte dans les parties abondamment munies de fibres rectilignes, et qu'elle est comme stationnaire dans les parties qui ne présentent que du tissu cellulaire arrondi, tels que le parenchyme de l'écorce, de la moelle, des feuilles\*, des tubercules et des fruits charnus; mais pour qu'elle s'extravase dans ce tissu arrondi et souvent dépourvu de vaisseaux, il faut bien admettre qu'elle se glisse ou de cellule *h* cellule, OU plutôt par les espaces intercellulaires.

De ces faits et d'autres analogues, il est difficile de ne pas conclure que la sève ne monte pas habituellement

par les vaisseaux; car ceux-ci n'offrent ni anastomoses, ni directions latérales qui pussent expliquer ces diffusions de sèves; tout, au contraire, tend à nous amener à l'idée qu'elle s'élève, au moins dans le cours ordinaire de la vie végétale, par les méats intercellulaires. Au reste, c'est un des points les plus obscurs de la physiologie, et l'un de ceux qui méritent de nouvelles recherches.

J'ai décrit jusqu'ici la route de la sève par la presque totalité du corps ligneux, et surtout par l'aubier. C'est en effet ce qui résulte des expériences faites pendant la durée de la végétation; mais il paraît qu'il est des circonstances dans lesquelles on a aperçu une autre marche. Ainsi, Coulomb ayant percé des peupliers au premier printemps avec une tarière, ou les ayant coupés à coups de hache, a vu que, lorsque la blessure atteignait près du centre de l'arbre, l'instrument ressortait mouillé; on entendait à l'intérieur du tronc une sorte de bourdonnement, et on voyait couler de l'eau mêlée d'air, tandis que rien de tout cela n'arrivait quand la tarière ou la hache n'atteignait pas le centre. Cette expérience, répétée par d'autres, a donné les mêmes résultats. La sortie de l'eau a lieu pendant le jour, et non pendant la nuit, plus abondamment dans les jours secs et clairs que dans les jours froids et humides. Il paraît donc qu'avant la naissance des feuilles, et à l'époque du développement des bourgeons, la sève presque en totalité passe près de l'aubier, peut-être dans l'aubier qui entoure la moelle, où elle se conserve à l'état élastique. D'après l'expérience de Cou-

---

1) *Étern. di botan.*, t. p. 28.

lomb sur des pcuplicrs, au mois de novembre et au printemps, et il assure que ^ dans Tun et l'autre cas , il a obtenu un résultat uniforme, savoir , que Feau inêl&c d'air est sortie de toutes les parties da corps ligneux, quond il faisait un'temps clair et chaud , et d'aixune, quand le temps était froid ou nuageux; d'oii il conclut que le r&ullal obtenu par Coulomb est dû à quclque circonstance particuliferc non encore suffisamment analyse. Ce fait important, jusqu'ici isolé , appelle donc de nouvelles observations.

§• II. Vitesse, force et quanlité du In Sève.

La vitesse avec laquelle la sève monte dans les tiges a été observée par Ch. Bonnet au moyen de ces mêmes injections colorées, qui nous ont appris sa route générale. Il a pris des haricots germés et a plongé leurs racines dans l'encre; grâce à la transparence de la tige, il a vu les traces de l'encre s'élever tantôt à trois pouces en un cheeur ou un demi-pouce en une demi-heure; mais ces expériences sont peu concluantes, parce qu'elles étaient faites sur une plante malade avec un liquide dilué, et que, d'après les expériences de Bischoff citées plus haut, elles pourraient bien indiquer un autre phénomène que la vraie ascension de la sève. Celles de Hales méritent plus d'attention.

Cet habile observateur fit fouiller le pied d'un poirier vigoureux; il mit à nu une racine dont il introduisit la coupe transversale dans un tube de verre: ce tube était fermé hermétiquement du côté supérieur avec un lut approprié (1). Il était rempli d'eau et reposait par sa base

---

(1) La quantité de ce hit est un objet important dans les expé-

dans une cuvette de mercure; en six minutes, le mercure soumis dans la cuvette au poids de l'air atmosphérique s'éleva à huit pouces dans le tube, pour y remplacer l'eau absorbée. Des expériences semblables à celles de Hales, et faites avec des branches détachées de leurs troncs, ont donné des résultats analogues : ainsi on a vu une branche de pommier élever en une demi-heure le mercure à cinq pouces un quart; des branches de vigne l'élevèrent à quatre pouces le premier jour et à deux pouces le second. Une branche de pommier non-pareil éleva en sept minutes le mercure à douze pouces de hauteur.

Non-seulement les branches tirent l'eau avec force lorsqu'elles sont dans leur position naturelle, mais elles la tirent avec une énergie presque égale lorsqu'on les y plonge par leur extrémité supérieure tronquée: ainsi, d'après l'expérience de Hales, une branche de pommier renversée éleva le mercure à onze pouces et demi en trois heures, et une seconde fois à onze pouces trois quarts en une heure et demie. Cependant, dans d'autres expériences, on n'a trouvé, comme je l'ai expliqué dans le chapitre précédent, une différence entre l'absorption des boutures implantées en terre dans leur situation naturelle ou en sens inverse; ces dernières ont moins bien réussi, et les bourgeons les plus près de la section absorbante se sont seuls développés.

• Les exemples les plus frappants de la force avec laquelle la sève monte dans les végétaux, se tirent des expé-

---

riences. Il faut qu'il soit assez adhérent pour empêcher complètement le passage de l'air; et cela est difficile, vu que l'écorce des végétaux cisurée sous vent un peu d'humidité<sup>1</sup>.

riences de Hales sur les pleurs de la vigne. Tout le monde sait que lorsqu'on coupe la vigne, on voit au premier printemps couler de l'eau par les entailles où le bois est & nu, tandis que dans les arbres non taillés cette eau ne s'écoule point et sert à développer les bourgeons. Le même écoulement a lieu dans tous les cas où l'on coupe la sommité d'un arbre au printemps, ou bien dans ceux où l'on fait des entailles profondes & des végétaux. Ainsi on obtient une grande quantité d'eau en coupant avant la floraison l'extrémité du spathe des palmiers, ou en taillant les Arables ou les bouleaux au premier printemps. Scott assure que l'eau rendue & cette époque par un bouleau est égale au poids de l'arbre entier. M. Adams (1) ayant coupé la sommité d'un *rosa rubiflora* au mois de juillet, il s'écoula par la coupe une once de sève en quarante minutes, et on en obtint trente-une onces en une semaine.

Hales a voulu connaître avec quelle force la sève s'élève dans les troncs; il a, dans ce but, adapté un tube au sommet d'un chicot de vigne de sept pouces de longueur; ce tube était fixé de manière que l'eau qui sortait de la vigne ne pouvait s'écouler et s'accumulait dans le tube poussé par la nouvelle eau qui sortait du tronc. Dans une première expérience, l'eau s'éleva à vingt-un pieds; dans une seconde, ayant mis du mercure dans la jaugne supérieure, l'eau qui sortait du chicot s'éleva à trente-huit pouces; ce qui, vu la différence du poids spécifique des deux liquides, équivaut à quarante-trois pieds trois pouces un tiers d'eau. La force qui pousse la sève doit, dans ce cas, être suffisante pour soulever deux fois et

---

(1) *Quart. Journ. of scienc.*, 1828, p. 147-

demi le poids de l'atmosphère. Hales conclut qu'elle est cinq fois plus grande que celle qui pousse le sang dans l'artère crurale du cheval.

Senebiera<sup>lev</sup> contre l'expérience de Hales des doutes motivés sur ce qu'il paraît extraordinaire que si la sève s'élève avec la force que suppose cette expérience, elle fut arrêtée par la frêle enveloppe d'un bourgeon; mais il est évident que ce n'est pas l'enveloppe seule du bourgeon qui l'arrête; c'est qu'elle est alors employée au développement des parties nouvelles, et quoiqu'elle ne soit pas chassée au dehors, elle n'entre pas par la racine avec si grande quantité

Ces expériences sur la vitesse et la force de la sève tendent à prouver que la cause du phénomène doit être énergique, et ne peut être assimilée aux phénomènes lents et faibles de la capillarité ou de l'hygroscopicité; mais, pour rechercher cette cause, il faut encore étudier les circonstances qui influent sur l'intensité des effets. Ces circonstances sont de divers genres: les uns étrangers, les autres inhérentes au végétal. Parmi les premières, il en est deux qui méritent d'être mentionnées, savoir, la température et la lumière. Tous les faits démontrent que, toutes choses étant d'ailleurs égales, la quantité d'absorption et la vitesse de l'ascension vont en croissant avec la chaleur et en diminuant avec la froid (Voie de l'atmosphère. Ainsi, deux baromètres égaux étant placés dans deux locaux également éclairés, celle qui est dans le lieu le plus chaud pompe davantage. Si on met en hiver un arbre avec ses racines en terre on plonge dans un vase d'eau à une température de quelques degrés seulement au-dessus de zéro, et qu'on introduise une branche dans une scie baignée de douze ou quinze degrés, celle

tranche dt'velloppc sea feullts H ses fciirs, tamlis quo |o  
 TM»le de l'lrhre, e\*|x>\*6 h Pair froid, e\*t encore dnus un  
 ^lat Omptg do lorpci/r. Celta experience, d'un CQ|#,  
 «<itiionreclaircnu-ul rinflucucnde la chtJcur pour fi cliver  
 fonumveiaeiu de J^^rn; 60 IVutrft, patio pmuvc aussi  
 que ceUe action 11 f>t pas puremeat locale, mais que  
 lorsque W bourpron?; sont excite por M chaleur, iJ> ap-  
 pellent 1 rux In stive, ei, en faisant une >uuh d. vide, yt  
 tendent h rxcitrr Taction ubsorbnnntc des racincs. L'eau  
 qui devrloppc OBI bourdons V provienl pa\* en effcl d©  
 I\* frcrre <Wis fiquel to ijv, viveul, mais Ue la lerr« ou do  
 J cm qtii cjtloiti-c lt« rncitics; car c«llc ouu diminue dftiis  
 h\*s bocaux ou Us redoef sont pto^rfeij coranu.' jr IH'CQ  
 •ui\* usitft p«p l'rxp^rieDte. U. Knight ^Lul «rrivo nu  
 mtfmc r^ullai o« cousiderant \*||w lo trtnc <c\* arbrci  
 dans coUc position «M plus snjel au froid qu'i Tonii-  
 naire, co cftii pcotivr qu'il tontjtnt plu., d'ftau doiift la  
 partie sihi^ aa^ssods du CCIIG qui tit en^r«. C\*e\*t  
 prifidpJuameQl,Gdfpjge nous le v^rron\* pJu» Unl, par  
 cet eSet ,1^ |a loiup^raLurvi ntmoybuririiiio» qun Je rdvcil  
 de Ji u-fHaiifni so tl-leriuino tut ptfmitr prinkinps;  
 époque mémorable ,oii TacLioo <st L plus inlciiiiC, malgni  
 l'absence des fcuillus qui dans Je cout\* ordinaire do\*  
 chosrs en sout les agens lei plus pjiissaos.

LJ lumiïro CIGTCC aus&i u^io iitiuenci sur l'a^ceusioii  
 do U a|v<> TOHA Ins oUorvaleurs not t^inarqu^ quo jes  
 ^J-nndic\* on les plantc\* curacine el clmrg^oji^ feuiile\*  
 }jloigt.<sub>vs</sub> d<sub>ndft</sub> ^^y ^ poj^p,,,! h\*?oucotip plu\* If jour qua  
 la nufft. Si, totile« CIOM-> rlanl d'iiill.Mir^ i^nk\*\_f on met  
 deux phut\* feuilde, B r<sub>une</sub> a l^«bi0lZrild tolale, l'autre  
 exposV on 011 jour pur, AU au iwleil<sub>p</sub> on a la lumiere

x how is this reconcilable with the account  
 by the ... A^ rri. It \*f .a ^

des lampes, on voit que la plante exposée à la clarté aspire sensiblement davantage d'eau que celle qui est à l'obscurité sans que cependant la succion soit tout-à-fait nulle dans ce dernier cas. J'ai répété plusieurs fois ces expériences; et si je ne cite pas des chiffres proportionnels, c'est parce que les quantités absolues en sont très-variables, et que la loi générale peut seule être exprimée avec quelque utilité.

Mais, quoique la plupart des expérimentateurs soient d'accord sur ce point, il y a quelques faits qui paraissent en opposition avec ceux-ci. Ainsi, M. Linné (1) dit que l'arbrisseau à sucre, palmier auquel on fait une entaille pour en obtenir la liqueur sucrée, donne plus de sucre la nuit que le jour, mais que celle du jour est plus sucrée. M. Mirbel (2) a remarqué dans un marronnier auquel il avait fait une entaille que la sève montante coulait à goutte et plus abondamment la nuit que le jour. Il reste à vérifier quelles sont les particularités de saison, de lieu, d'espèce, etc., qui peuvent rendre raison de ces faits contradictoires.

Quant aux circonstances inhérentes à l'acte même qu'on met en expérience, il en est deux qui méritent d'être mentionnées dans la comparaison des individus d'une même espèce.

1°. Toutes choses étant d'ailleurs égales, la quantité d'eau absorbée est proportionnelle à la surface de la coupe de la branche ou de la racine.

(1) Voyage à la recherche de La Pérouse, I, p. 505.

(2) Mémoire sur les fluides contenus dans les végétaux; In Mémoires de l'Institut, année XIV.

a<sup>0</sup>. Si les surfaces absorbantes sont égales, l'absorption est d'autant plus grande, que les surfaces évaporatoires sont plus considérables. Ainsi, si je prends deux branches de pommier parfaitement égales, et que je laisse l'une dix feuilles et l'autre vingt, celle-ci pompiera sensiblement le double de la première. Sans doute pour estimer exactement ces proportions, il faudrait pouvoir compter le nombre des stomates de chaque branche; mais comme ce calcul serait, sinon impossible, du moins très-difficile, eu égard à son utilité, on se contente avec raison de l'approximation qui résulte de la moyenne de plusieurs expériences plus vagues.

Ces deux règles sont vraies tant qu'il s'agit du cours ordinaire de la végétation; mais, toutes choses étant d'ailleurs semblables, l'absorption n'est pas égale dans toutes les saisons: elle est plus active au printemps qu'en été et en été qu'en automne. Trois branches de marronnier semblables, prises en expérience par M. Savi (1), pompèrent dans un temps égal; la première, en mai, à 5 grains d'eau; la deuxième, en juillet, 84; la troisième, en septembre, 74. En second lieu, nous avons déjà fait remarquer que l'absorption suit des lois différentes au premier printemps, époque où, quoique la température soit en général peu élevée et que les organes évaporatoires manquent, il y a une absorption considérable.

Cet effet est encore très-manifeste dans les arbres qu'on effeuille, comme les mûriers. Dès que cette opération a lieu, les jeunes bourgeons prennent de l'accroissement

---

(1) *Eum.dibotanica*,<sup>^</sup>. 141.

sement et appellent à eux la sève nécessaire pour leur développement, et on y établit pour ainsi dire & volonti les phénomènes du premier printemps. L'époque de la sève d'août paraît due à une cause analogue. Quand l'action des feuilles du printemps commence à se ralentir par les dépôts terreux et carbonneux qui les obstruent, les rudimens des bourgeons qui existent & leur aisselle, ou quelquefois même au sommet des rameaux, prennent plus ou moins d'activité, et tendent & se développer ou au moins à grossir.

Lorsqu'il s'agit de comparer des végétaux d'espèces différentes, les lois que nous avons citées tout & l'heure se retrouvent d'autant plus exactement, que les végétaux sont moins éloignés entre eux. Mais toutes les espèces, même quand il s'agit d'individus égaux en grandeur, n'absorbent pas et n'exhalent pas avec la même énergie, et il serait impossible, dans l'état actuel de l'organographie, de rendre raison de pareilles différences. Dans les deux règnes organiques, tout ce qui tient au tempérament propre des espèces échappe le plus souvent à tout examen.

### §. III. Causes de l'ascension de la Sève.

La cause qui détermine l'ascension de la sève et tous les phénomènes remarquables par leur énergie qui l'accompagnent, a été longtemps l'objet des recherches et des hypothèses des physiologistes. Les savans, à l'époque de la philosophie cartésienne, ont toujours cherché des explications purement mécaniques des phénomènes vitaux, et cette disposition existe souvent en-

core parmi ceux qui n'ont étudié que les sciences purement physiques ou chimiques et on ne peut réfléchir sur les questions vitales. Ceux qui méritent de Tinl6rêt à connaître toutes les opinions anciennes à ce sujet, en trouveront un résumé dans l'ouvrage de M. Sprengel sur la structure et la nature des plantes (i). Je me bornerai à citer ici les opinions qui ont quelque célébrité.

Fabri (ib'66) a tenté d'établir que la cause de Transpiration n'est pas une cause vitale; elle est rapportée à une sorte de feu dont la plante est saturée.

Grew a cherché l'explication des faits dans le jeu des cellules, et, sous ce rapport, il me paraît s'être plus approché de la vérité qu'aucun de ses successeurs. On ne peut lui reprocher que d'avoir conçu ce jeu des cellules d'une manière trop mécanique. Il supposait que, lorsqu'elles étaient remplies, elles pressaient les vaisseaux et forçaient le liquide à monter. Mais la sève monte aussi bien, et peut-être plus activement, quand les cellules commencent à présenter un vuide; et d'ailleurs il faudrait expliquer la cause qui remplit les cellules.

Malpighi croit que l'ascension est due à la raréfaction et à la condensation de la sève dans les trachées; mais il est très-douteux que la sève passe dans les trachées, et il est certain qu'elle monte dans des végétaux qui ne peuvent offrir presque aucune variation de température.

Digby, Perrault et Wolf ont connu le phénomène à une vérité certaine, et se sont livrés à ce sujet à des raisonnemens que l'état actuel de la chimie a condamnés à l'oubli.

---

(i) *t'om Bau und der Natur der Gewächse*. Halle, 1781, in-8.

De Lahire (i) pense que les vaisseaux des plantes sont, comme les veines des animaux, munis de valvules, que l'expansion de l'air force le liquide  $h$  monter, et que les valvules l'empêchent de redescendre; mais De Lahire n'avait point vu ces valvules, et, malgré les progrès que l'anatomie a faits depuis son temps, on ne les a point aperçues.

Borelli et Hales cherchent l'explication du fait dans l'extension que les liquides<sup>6</sup> donnent à la moëlle par suite des changements de température. Gouan (2) attribue aussi l'ascension de la sève aux variations de la température ambiante, oubliant, comme les précédents, que la sève monte tout aussi bien dans les serres, où les variations sont presque nulles, et n'a pas lieu dans les arbres morts qui sont soumis  $h$  toutes ces variations.

D'autres ont comparé, avec plus de raison, l'ascension de la sève à l'élevation de l'eau dans les tubes capillaires; et parmi les modernes, Davy (3) a encore souligné que c'était par l'action capillaire des vaisseaux que les plantes prennent leur nourriture. Il n'est pas douteux que la capillarité des vaisseaux entre pour quelque chose dans le phénomène; mais qu'elle en soit la cause directe, c'est ce qui est peu admissible. En effet, cette cause ne rend raison ni de la rapidité du bit (4), ni de l'élevation

(1) Acad. des sc. de Paris pour 1693.

(2) Discours sur les causes du mouvement de la sève. In-4<sup>o</sup>\* Montpellier, 180a.

(3) Chim. agr., trad. fran<sup>ç</sup>., 1<sup>er</sup> p. 7.

(4) J'ai sous les yeux le tableau d'expériences qui ont été faites par M. Nicod Delon, sur l'ascension de l'eau dans des tubes pleins de sable. L'eau est restée sept heures pour s'élever à vingt

& laquelle la sève arrive (1), ni de ce que le phœnomène cesse avec la vie-

On peut faire les mêmes objections contre la théorie de Senebier, qui attribue l'ascension de la sève simple\* à la faculté hygroscopique des vaisseaux. Cette faculté, dans tous les cas elle est bien connue, s'exerce avec une lenteur qui contraste avec la rapidité de la marche de la sève. Celle-ci monte également dans les plantes aquatiques et dans les plantes aériennes, quoiqu'elles soient dans des situations hygrométriques bien différents. Sans nier que l'hygroscopicité du tissu entre pour quelque chose dans le phénomène, on ne peut la reconnaître pour cause efficiente,

Davy (2) pense encore qu'on peut expliquer la force d'ascension de la sève par un principe déduit des expériences de Montgolfier, qui ont prouvé qu'au moyen d'une très-petite force on pouvait élever des liquides à des hauteurs presque indéfinies, pourvu que la pression de la colonne du liquide soit dérivée par de nombreuses interceptions ou valves. Ce principe s'applique surtout à l'ascension de la sève dans les canaux qui ne sont pas rectilignes, tels que les méats intercellulaires. Cette explication rend très-bien raison de l'une des causes physiques qui font que les forces très-faibles des végétaux suffisent pour élever à un grand résultat; mais elle ne doit

---

neuf pouces dans du sable de mica, celui de tous où elle a marché\* le plus vite.

(i) L'eau se s'élève qu'à deux\* décimètres dans un tube de « /aoo de millimètre de diamètre.

(«) Chim. agr., I, p. 188, trad. franç.

De Lahire (1) pense que les vaisseaux des plantes sont, comme les veines des animaux, munis de valvules, que l'expansion de l'air force le liquide à monter, et que les valvules l'empêchent de redescendre; mais De Lahire n'avait point vu ces valvules, et, malgré les progrès que l'anatomie a faits depuis son temps, on ne les a point aperçues.

Borelli et Hales cherchent l'implication du fait dans l'extension que les liquides donnent à la moëlle par suite des changemens de température. Gouan (2) attribue aussi l'ascension de la sève aux variations de la température ambiante, oubliant, comme les précédens, que la sève monte tout aussi bien dans les serres, où les variations sont presque nulles, et n'a pas lieu dans les arbres morts qui sont soumis à toutes ces variations.

D'autres ont comparé, avec plus de raison, l'ascension de la sève à l'élévation de l'eau dans les tubes capillaires; et parmi les modernes, Davy (3) a encore soutenu que c'était par l'action capillaire des vaisseaux que les plantes pompent leur nourriture. Il n'est pas douteux que la capillarité des vaisseaux entre pour quelque chose dans le phénomène; mais qu'elle en soit la cause directe, c'est ce qui est peu admissible. En effet, cette cause ne rend raison ni de la rapidité du fait (4), ni de l'élévation

(1) Acad. des sc. de Paris pour 1693.

(?) Discours sur les causes du raouvement de la sé've. In-4°\* Montpellier, 1802.

(3) Chim. agr., trad, franç., I» p. 7.

(4) J'ai sous les yeux le tableau d'expériences qui ont été faites par M. Nicod Delon, sur l'ascension de l'eau dans des tubes pleins de sable. L'eau est restée sept raout pour s'élever à vingt'

à laquelle la sève arrive (1), ni de ce que le phénomène cesse avec la vie.

On peut faire les mêmes objections contre la théorie de Senebier, qui attribue l'ascension de la sève simplement à la faculté hygroscopique des vaisseaux. Cette faculté, dans tous les cas où elle est bien connue, s'exerce avec une lenteur qui contraste avec la rapidité de la marche de la sève. Celle-ci monte également dans les plantes aquatiques et dans les plantes aériennes, quoiqu'elles soient dans des situations hygrogiques bien différentes. Sans nier que l'hygroscopicité\* du tissu entre pour quelque chose dans le phénomène, on ne peut la reconnaître pour cause efficiente.

Davy (2) pense encore qu'on peut expliquer la force d'ascension de la sève par un principe déduit des expériences de Montgolfier, qui ont prouvé qu'au moyen d'une très-petite force on pouvait élever des liquides à des hauteurs presque indéfinies, pourvu que la pression de la colonne du liquide soit détruite par de nombreuses interceptions ou valvules. Ce principe s'applique surtout à l'ascension de la sève dans les canaux qui ne sont pas rectilignes, tels que les méats intercellulaires. Cette explication rend très-bien raison de toutes les causes physiques qui font que les forces très-faibles des végétaux suffisent pour un aussi grand résultat; mais elle ne doit

neuf pouces dans du sable de mica, celui de tous où elle a marché le plus vile,

(i) L'eau ne s'élève qu'à deux décimètres dans un tube de 42 centimètres de diamètre.

(2) Chim. agr. , I, p. 88, trad. franc.

point être isolé de la vie. M. Chaptal (1), en l'admettant, paraît évidemment entendu ainsi.

M. Dutrochet a dans ces derniers temps attiré l'attention des physiologistes sur une modification de la capillarité et de l'osmose à laquelle il attribue la cause de l'ascension de la sève, et qu'il a désignée sous le nom *Endosmose*. Ayant observé que des végétaux qui avaient perdu une petite partie de leur poids par la dessiccation, le reprenaient en quelques heures, lorsqu'on plongeait leurs racines dans l'eau, mais qu'elles ne le reprenaient point si la dessiccation avait été poussée trop loin, il a conclu que cette faculté d'absorption n'est liée à la vie : il a vu qu'une gousse de baguenaudier, ou une vessie organique pleine d'un liquide plus dense que l'eau et plongée elle-même dans l'eau, pompe de ce liquide au-delà même de la quantité que sa capacité en peut contenir; il a mesuré cet effet en adaptant un tube de verre au haut de la vessie, pleine de lait ou de liquide coloré. On voit alors le liquide monter dans le tube. L'endosmose est, selon lui, l'acte par lequel une surface poreuse absorbe ainsi plus de liquide que sa capacité n'en peut contenir. Il appelle *exosmose* l'effet contraire, c'est-à-dire, le cas inverse où le liquide se dirige en général du plus fluide au plus dense; mais il y a deux courants en sens opposés, et l'effet général tient seulement à ce que ces courants sont inégaux.

---

•1 1 lift es:1109 11

(1) Ghim. agr., I, p. 229.,

(a) L'agent immédiat du mouvement vital d'origine dans sa nature et dans son mode d'action chez les végétaux et chez les animaux. T11-8<sup>0</sup>. Paris, 1826.

Cet effet n'a pas lieu seulement avec des matières vivantes; il s'exécute tout aussi bien avec des vessies mortes et deseschecs depuis long-temps; il s'exécute même avec des matières minérales poreuses, telles que fe grfes, etc.

M. Dutrochet n pensait quo ce transport d'un liquide au travers d'une substance poreuse étoit dû à l'électricité, qu'il nomme *intrà-capillaire* (1), se fondant sur ce que M. Porrot a vu qu'un courant électrique, établi entre deux portions de liquide dont les niveaux sont différents et qui sont séparés par une vessie, peut rendre la vessie perméable, et établir l'égalité entre les niveaux du liquide; il croyait que le fait avait lieu dans la direction du pôle -}. au pôle —; mais M. Auguste de La Rive (2) a montré que le fait peut s'effectuer dans les deux sens indifféremment, qu'il faut que le liquide soit mauvais conducteur, et que le courant électrique soit très-inert. Or, rien ne prouve qu'il y ait développement d'électricité au contact de deux liquides, et s'il y en a, il est très-faible. On ne peut donc, attribuer à l'électricité les faits observés par M. Dutrochet.

D'un autre côté, M. Poisson a démontré (3) que la capillarité pouvait ne pas donner seulement lieu à un mouvement continu; de sorte que les expériences de M. Dutrochet peuvent être le résultat de l'action capillaire, jointe à la différence d'affinité des substances hétérogènes.

(1) 'Jotrb.' de PhArm., 1828, ^ . 3i «.

(1) Ann. chim. et phys., 1826, p. 190

(3) *Ibid.*, 1827, v. 55, n. 8.

Les filits observes par M. Dutrochet no sont plus, d'oprfs leur auteur même (1), des phenomfenes exclusifs aux matures organiques, mais rentrent dans la physique generate. Us expliquent trfes-bien, par exemple, comment un vase de terre poreuse , qui repose dans un vase d'eau, pompe sans cesse de cette eau; et on se sert de ce proc&#224;d&#224; dans les jardins pour entretenir une humidity habituelle dans les vases. Mais peut-on voir dans ce ph&#224;nomfene la cause immediate de l'ascension de la sfcve? Je ne lb pense pas, et je n'y trouve que l'une de ces circonstances physiques qui facilitent l'ascension, et qui font que des forces aussi faibles que les forces vitales des v&#224;g&#224;t&#224;ux peuvent produire d'aussi grands r^sultats.

En effet, on peut objecter à toutes les theories purement m^caniques, i° que tous les fails disparaissent avec hi vie: or, le tissu conserve sa faculty hygroskopique, les vaisseau\* gardent leur capillarity; pourquoi done la sfcve ne monte-t-elle plus? 2°. Aucunu de ces explications m&#224;caniques ne rend raison ni de la direction determine?, des liquides, ni des circonstances de detail du ph&#224;nomfene, ni en particulier de l'action importante de la lumifere pour le determiner. La cause de l'ascension de la sfcve doit done être *Hie* & la vie; c'esl une des consequences de la force vitale. On con&#224;oit facjlement que le vide forme par f Evaporation, la capillarity des meats ou des vaisseaux des plantes, la faculte hygroskopique de leur tissu, les alternatives de la chaleur et du froid, de la lumifere et de l'obscurite, peuvent être des causes qui facilitent l'ascension de la sbve; mais ni s^partes, ni *riu-*

---

(i) Feuilleton du *Temps* \* 27 juillet i83i.

ales, ces causes ne peuvent fonctionner sans quelque contractilité vitale des vaisseaux ou des cellules. Comparez l'écoulement lent, faible et gradué, dont l'eau s'infiltré dans le bois d'un tronc mort, et la rapidité avec laquelle elle s'écoule au sommet d'un arbre vivant, et vous aurez la mesure des effets dus aux causes mécaniques, et de ceux dus à l'action vitale.

Ce mélange d'actions purement physiques et d'une action vitale répond assez bien à la théorie d'ailleurs incorrecte et incomplète de Lamarck (1) qui rapportait l'ascension de la sève, 1° à la capillarité; 2° à l'action de l'air dilaté et condensé alternativement; 3° à la réaction des solides qui auront été distendus, réaction qui est plus sensible dans leur jeunesse. Mais quelle idée peut-on se faire de cette réaction ou action des solides ?

H. B. de Saussure avait imaginé que les vaisseaux des plantes étaient doués d'une sorte de contractilité analogue au mouvement péristaltique des intestins; il supposait qu'ils se resserraient de place en place, et que le resserrement, en s'élevant graduellement, entraînait avec lui le liquide situé au-dessus par un effet analogue au vide des corps de pompe. Cette hypothèse ne peut être soutenue quant à ses détails, et est entièrement dénuée de preuve directe. Je n'affirme donc nullement que ce soit de cette manière que le phénomène s'opère; mais je crois qu'on peut assurer qu'il est dû à quelque mode de contraction vitale, facilité par les causes diverses mentionnées plus haut. Au lieu de rapporter cette contractilité aux vaisseaux, je crois devoir la rapporter prin-

---

(i) Journ. de phys., Résumé. pour 1798.

cipalement et peut-être uniquement aux cellules: 1° parce que les cellules existent dans le règne végétal entier, tandis que les vaisseaux sont l'apanage d'une seule classe; 2° parce qu'il est très-douteux que la sève passe dans les vaisseaux, et qu'il est vraisemblable qu'elle se glisse le plus souvent par les *mists* intercellulaires; 3° parce que les phénomènes de rotation et ceux des empoisonnements, que nous examinerons plus tard, semblent indiquer directement la contractilité des cellules. D'après ces considérations, je me suis hasardé à croire, comme je l'ai indiqué liv. I<sup>r</sup>, chap. 6, que les cellules sont douées d'une contractilité vitale analogue aux mouvemens de systole et de diastole qu'on observe soit dans le cœur des vertébrés, soit dans les hydrotides et autres animaux analogues, et que ce mouvement, qui dilate et contracte alternativement les cellules et les méats intercellulaires, sert aussi à déterminer la marche de la sève. On conçoit, dans cette manière de voir, comment la lumière et la chaleur, qui sont des excitans de tous les corps vivans, excitent aussi l'action vitale des cellules végétales. On comprend comment les phénomènes existent au fond des eaux comme dans l'air; comment ils s'exercent à toutes les hauteurs et à toutes les époques, et comment enfin ils disparaissent avec la vie.

Mais, dira-t-on, expliquer un fait par une cause inexplicable elle-même, c'est ne rien éclaircir. Je l'avoue; mais que fait-on d'autre dans toutes les sciences quand on arrive aux forces élémentaires? L'astronome a-t-il expliqué le mouvement des planètes, quand il l'a rapporté à la cause inexplicable de l'attraction? Le chimiste a-t-il expliqué les actions réciproques des corps quand il

les a rapport&es h la cause inexpliqu6e de l'affinit6? Non, sans doute; il n'a fait que les dossier sous une loi g&#n6-rale : c'est ce que fait le physiologiste, quand, aprfcs avoir prouv6 l'insuffisance des forces m6caniques et chr-miques' pour l'explication d'un fait, il rapporto ce fait & la force vitale.

Ainsi, dans la manure dont nous considrons l'ascension de la *sbvc*, i° les spongiolcs des racines y concourent pour la faire p6n6tre^ dans le tronc et la pousser *à tergo*, mais sans lui imprimer de direction d&#termin6e. V Les feuilles, tant qu'elles existent, en aspirant de la s^ve, et en exhalant l'eau surabondante, d6terminent le mouvement g^neral d'ascension directe. En effet, la masse s'en dirige toujours vers les branches feuilless, plut6t que vers celles dont on a enlev&# les feuilles; elle a donc la peine h atteindre les sommets des branches d6-feuill&#s jusqu'au sommet, tandis qu'une houpe de feuilles termin&#es (comme on a soin de les laisser aux m&#riers qn'on effeuille) determine son appel au sommet des branches. 5°. Enfin, l'enveloppe cellulaire qui entoure les branches, et qui communique avec toutes les couches du corps ligneux et Cortical par les rayons *inidullaires*, appelle, par Faction de ses cellules vivantes, la s&#ve dans un sens transversal. Cette s&#ve transversals eat surtout appeleJe vivement au premier printemps par reffet de la chaleur sur les cellules externes; elle traverse alors le passage qui sipare les corps ligneux et cortical, et y lubr&#fic les jcuncs cellules qui tendent à se d6velopper de chacun-de ces corps, Ce sont ces jcuncs cellules, pleines de Teau aspir&#e du corps ligneux par les rayons m^dul-laires, qui forment le cambium, et e'est lor^qu'il en est

gorgé qu'on a coutume de dire que Parbre'est en sève. Dans le reste de l'été, le cambium est beaucoup moins rempli d'eau, soit parce que, par suite de l'action de la végétation, il s'est solidifié, soit parce que l'enveloppe cellulaire aspire moins la sève dans le sens lateral, à raison de ce que ses cellules se sont un peu obscurcies, que le contraste d'une chaleur soudaine ne tend plus à les exciter, et que les feuilles bien développées exercent alors une action rivale et prépondérante. Dans les végétaux endogènes, où il n'y a point de prolongemens médullaires, la sève est essentiellement appelée au sommet par les feuilles; ce n'est que dans leur jeunesse que l'enveloppe cellulaire de leurs branches peut encore, par les méats intercellulaires, aspirer un peu d'eau. Tant que ce phénomène dure, c'est-à-dire tant que les jeunes pousses sont encore herbacées, elles peuvent croître en largeur par cette absorption latérale; dès que les parties extérieures s'endurcissent, l'accroissement lateral devient impossible, parce que l'enveloppe cellulaire n'exerce plus son action.

Nous renvoyons au chap. 14 l'application de ces données générales à la marche annuelle de la végétation, et nous poursuivrons immédiatement l'examen des phénomènes essentiels de la nutrition.

---

## CHAPITRE IV.

### *De VEmanation oji Exhalaison aqueuse des Vegetaux vasculaires.*

TOUT le monde sait que dès végétaux frais exposés à l'air abandonnent à celui-ci une partie notable de leur humidité. Mariotte paraît être le premier qui ait cherché à se faire une idée de ce phénomène. Il a placé une branche chargée de ses feuilles dans un bocal clos, et a recueilli deux cuillerées d'eau déposée sur les parois du vase en deux heures. Hales a mesuré avec plus d'exactitude la transpiration d'un hélianthe annuel. Il a planté un hélianthe de trois pieds de hauteur dans un vase; l'orifice du vase était fermé par une platine percée de deux trous: l'un donnait passage à la tige; l'autre servait à introduire les arrosements. Le pot et la plante furent pesés soir et matin pendant quinze jours. Il résulta de ces observations que la plante perdit par évaporation une quantité moyenne de 60 onces par jour. Un chou de moyenne grosseur perdit, dans les mêmes circonstances, 19 onces. Plenk (1) admet qu'une tige de maïs exhale 7 onces d'eau par jour, un chou 23 onces, un héliotrope 24 onces, etc., et Guettard estime qu'une branche de cornouiller, pesant 5 gros et demi, se plongeant

(1) *Physiol. végét.*, p. 61.

par sa base dans l'eau, exhale en vingt-quatre heures une quantité d'eau de 1 once 3 gros 3/4. Des calculs assez compliqués ont conduit Hales à établir que cette évaporation de Thalicthe ou du chou est, à surface égale, dix-sept fois plus grande que celle que le corps de l'homme éprouve par la transpiration insensible. Lors même que ce calcul pourrait être contredit, il n'y a aucun doute que les végétaux évaporent une grande quantité d'eau; mais quand on examine les faits de plus près, on reconnaît clairement qu'il est ici divers phénomènes qu'on doit nécessairement distinguer. »

i\*. Si l'on place à l'air libre des fruits, tels que des pommes ou des raisins, ou des tubercules, tels que des racines de terre, on s'aperçoit, au bout d'un temps plus ou moins long, qu'ils ont perdu quelque chose de leur poids, et qu'il se dépose un peu d'humidité sur les parois de la cavité qui les renferme; mais cet effet est très-lent; il peut durer plusieurs mois avant que la perte devienne bien sensible. Il a lieu d'une manière graduée, et est plus activé par la chaleur que par toute autre cause. Cet effet lent, qui tend à priver d'eau peu à peu toutes les parties cellulaires des végétaux, et qui s'exécute au travers de leur tissu sans pores apparents, est ce que je nomme la *déperdition insensible*. C'est peut-être un phénomène indépendant de la vie, ou qui tout au moins ne paraît pas jouer un grand rôle dans les phénomènes vitaux. Cette déperdition s'explique par la perméabilité du tissu et la tendance de l'eau à s'évaporer quand elle est voisine de l'air. Son action est exacte et constante par la petite quantité de carbone que, dans certains cas, comme nous le verrons plus tard.

l'oxygène de l'air enlève au tissu végétal). Dans les cas auxquels je fais ici allusion, les parties parenchymateuses sont entourées d'une cuticule ou d'un épiderme sans stomates, qui, étant très-peu perméable, retient l'humidité, et n'en laisse échapper qu'une très-faible portion.

Si on expose à l'air libre des organes ou des végétaux dépourvus d'une véritable cuticule, comme le sont les feuilles des plantes immergées dans l'eau (1), ou celles des végétaux cellulaires, on voit une déperdition d'eau très-variable dans son intensité selon les espèces. Les feuilles des plantes qui vivent habituellement dans l'eau, perdent, en général, avec une grande rapidité celle que leur parenchyme renferme; ce que M. Ad. Brongniart attribue à l'absence de la cuticule. Ce phénomène se présente même dans la plupart des cryptogames aquatiques; mais dans quelques-unes de celles-ci et dans plusieurs cryptogames aériens, la déperdition est extrêmement lente, comme on le voit dans les mousses, dans certains fucus, dans les champignons coriaces, et surtout dans les lichens. Cette lenteur de déperdition, malgré l'absence de toute véritable cuticule, paraît tenir, soit à ce que les cellules des cryptogames, plus intimement soudées que celles du parenchyme des feuilles ordinaires, laissent très-peu de passage à l'eau pour s'évaporer, soit parce que, dans plusieurs cas, les couches texturées sont assez serrées pour jouer le rôle de cuticule ou d'épi-

---

(1) Ad. Brongniart, *Mém. sur les fonctions des feuilles*; Ann. des Sc. nat., décembre 1830.

dermé, soit enfin par suite de quelque disposition hygrologique du tissu.

3°. Si enfin on place dans les mêmes circonstances des feuilles, oil, en general, des organes revêlus (Tune cuticule plus ou moins munie de stomates, on observe alors des phénomènes plus actifs, c'est-h-dire, l'exhalaison dans un temps très-court d'une immense quantity d'eau. (Test cette fonction qui s'exerce évidemment par les stomates, que je désigne sous le nom *ft émanation* ou *exhalaison aqueuse*, pour la distinguer de la précédente. Il est bien probable que les parties des organes foliac<sup>s</sup> qui ont des stomates, sont aussi soumises à la déperdition insensible, et que, par conséquent, nous confondons les résultats de ces deux causes dans les expériences citées; mais la déperdition insensible entre dans le phénomène pour une si petite fraction, qu'on peut la négliger sans inconvénient. Attachons-nous donc maintenant à examiner les circonstances de cette importante fonction, pour en déduire ensuite son rôle physiologique.

Toutes les parties (Tune même pi ante n'exhalent pas de Feau en même quantity, et les expériences se résolvent toutes à prouver que, sauf les fails qui se rapportent aux deux cas précédens, et toutes choses étant d'ailleurs égales, remanation de chaque partie est en raison directe du nombre de ses stomates. Ainsi les surfaces des feuilles qui en sont munies exhalent plus que celles qui en sont dépourvues; les écorces vertes et munies de stomates, plus que celles qui en manquent; et, au contraire, les racines, les graines, et, en general, tous les organes sans stomates, ne sont soumis qu'à la déperdition insensible.

Si Ton compare les végétaux entre eux, on arrive aux mêmes résultats généraux : ainsi les feuilles charnues, qui ont peu de stomates, exhalent peu; les pétales et les fruits charnus, qui n'en ont point, ne semblent soumis qu'à la déperdition insensible.

Tous ces faits résultent d'expériences faites par Guctard (i), Saint-Martin («), Bonnet (5) et Senebier (4), avant même qu'on connût l'existence des stomates. M. Knight (5) les confirme, *in* montrant qu'une feuille de vigne n'exhale de gouttelettes d'eau que du côté inférieur, c'est-à-dire celui où elle a des stomates, et non du côté supérieur.

Les circonstances extérieures qui peuvent influencer sur le phénomène, sont, comme à l'ordinaire, la chaleur et l'humidité; mais la chaleur, qui semble avoir une action sensible sur la déperdition, paraît, au contraire, en avoir très-peu sur l'exhalaison. La très-petite augmentation dans le poids perdu par les végétaux exposés à une température plus ou moins grande (pourvu qu'il ne s'agisse pas de degrés de chaleur près à désorganiser leur tissu) doit, en effet, s'attribuer aussi bien à l'accélération de la déperdition insensible qu'à celle de l'exhalaison.

L'humidité paraît être, au contraire, celle des causes extérieures qui agit avec le plus d'intensité pour exciter l'exhalaison. Senebier a observé que, lorsqu'on place une plante à l'obscurité totale, elle cesse subitement de

---

(i) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris pour 1748-

(a) *CU4* par Senebier, *Physiol. T. 1.*

(3) *Recherches sur les feuilles.*

(4) *Mém. physico-chim. et pliysiol. végét.*

(5) *Philos. trans.*, 1803, p. 277\*

transpirer, quoiqu'elle continue *h* pomper encore quelque temps; de sorte que son poids augmente un peu. Hales avait déjà vu que les végétaux ne transpirent que pendant le jour, et qu'ils augmentent un peu de poids pendant la nuit. Ce phénomène est déterminé, soit par la cessation de l'exhalaison, soit parce que l'air extérieur, devenant plus humide, dépose quelques gouttelettes d'eau *h* leur surface; soit enfin parce que les parties vertes absorbent un peu d'oxygène pendant la nuit. Guillard et Senebier ont renfermé des branches chargées de feuilles dans des ballons, et les ont exposés, les uns à la lumière, les autres *h* l'obscurité : les premières ont rendu une quantité d'eau beaucoup plus grande que les secondes. J'ai vu que la lumière des lampes produit le même résultat que celle du soleil, eu égard à leur intensité relative. Cet effet de la lumière est, en effet, proportionné *h* l'intensité de celle-ci, et (l'interposition d'un ling<sup>e</sup>\* d'une feuille de papier, est déjà sensible. Les jardiniers, les bouquetières, savent très-bien que l'on conserve les branches feuillues bien plus long-temps crachées dans un lieu obscur que dans un lieu éclairé. Si l'on conserve trop long-temps des plantes vivantes *h* l'abri de la lumière solaire, comme elles cessent de transpirer et • continuent *h* absorber, elles tendent peu à peu *h* un état d'hydropisie, qui détermine la désarticulation des feuilles d'avec la tige, et annonce un état de faiblesse dû *h* la trop grande abondance d'eau. Nous reviendrons ailleurs sur l'influence de l'obscurité pour les plantes ou les parties des plantes qui s'y développent. Je me borne à faire remarquer ici l'extrême influence de la lumière pour exciter la transpiration.

Enfin l'état de l'atmosphère paraît aussi influer sur le phtaomtae ; l'ensemble des faits tend à prouver que les plantes exhalent davantage dans un air sec que dans un air humide, et probablement dans un air rare plus que dans un air dense ; mais je ne connais pas d'expériences un peu précises faites sur ce sujet. Je ne sais pas surtout jusqu'à quel point on peut distinguer dans ces faits ce qui tient à la déperdition ou à l'exhalaison.

Indépendamment des causes extérieures, l'âge des parties du végétal des lieux et le réchauffement induent beaucoup sur l'intensité de cette fonction : ainsi, la température et la clarté du jour, les feuilles exhalent plus au printemps qu'en l'hiver, et en été qu'en automne. Guettard a vu qu'en hiver l'exhalaison des arbres toujours verts est extrêmement faible : ainsi, selon lui (1), un laurier exhale en deux jours d'été autant qu'en deux mois d'hiver.

Scnebier a fait un grand nombre d'expériences pour déterminer le rapport qui existe entre la quantité de l'eau pompée et celle de l'eau exhalée dans un temps donné. Pour y parvenir il faisait tremper une branche dans de l'eau dont le poids lui était connu ; il introduisait l'extrémité de la branche dans un vase bocal, pesait l'eau qui se trouvait dans le bocal au bout de quelques heures, et comparait sa quantité avec celle qui manquait dans le vase où la branche absorbait sa nourriture. Ces expériences finissent toujours quelque chose de la cause de l'eau qui reste en suspension dans l'air, ou déposée sur les feuilles ; elles ont aussi des variations eu égard aux surfaces de la branche et des feuilles, à l'intensité de la

---

(i) Mémoires de l'Académie des Sciences, tome 1749.

htmiferc, etc La moyenne d'un grand doinbre d'e&ais tend h prouver que l'eau poibpfe est b l'cau exhalée conimc 5 cst & 2, ou , en d'autres termes, qu'un tiers dc l'cau absorber reste dans le v6g&tal, et que les deux autres tiers s'rxhalent dans Pair.

Le niême physiologiste n nussi cherché à comparer la nature de Fcou exhale avec celle dc l'eau pompée par les plantes. Il a fait tremper do\* branches dans de l'in-fusion de cochenillo : ia trace de l'injccion a p6n&tr& jusqu'au haut do In planle; mais l'cau cxhal^c <ilait par-faitementl transpronto. Aynnt fail tremper dos branches dans de Teati nidlftngtta d'un peu d'acide sulfurique ou muriatic, l'cau cxhalée aélé tanlôt parfaitement pure; tantôt il a pén&rcé quelqurs traces de cos acides, ce qui pourrait bien tenir à la désorganisation qu'ils ont A&-termio^e sur leur passage, Hale^ et Duhamql ont remnr-qui que les liquides exhalés par la vigne, le pommier, le p^chor, la rhubarbe , le panyis, et inuie par la rue et le chou, u'ollVent aucune diffléicnc(i au goût, ct nc diffe-rent de l'cau commune que par unc légfere odeur, qui pourrait même leur avoir élé coinmuniquée par leur si-jour dans un bocal avec la planle. Duliamel observe ce-pendant que ces eaux exhalie\* se corrompent plus tôt que l'eau commune, et Senebier s'est assur^ par l'ana-lyse qu'en l' flet l'ean oxhalée par les v&g^taux n'est pas parfaitement pure. Ayant placé diverse\* plantes dans un ballon, el recueilli l'eau qu'cllos avaient exhal^e» il y<sup>a</sup> trouyi unc partie tilrang^ro & l'Vau : sur 1 i,5vo parties, l'eau exhaléc par la vigne a présent i/uōooo de **matière** ^trang^re. Celle-ci, analysdc, a paru contenir un peu **de** **mature gommuse et de mali^re F&iaet\*e, et le r^idu** ,

qui n'était soluble ni k l'eau ni k l'alcool, a été jugé un mélange de chaux et de stulfate de chaux. Ainsi non-seulement un tiers environ de l'eau absorbée par la plante reste dans son tissu; mais la presque totalité des matières dissoutes dans l'eau absorbée ne sort pas avec l'eau exhalée, et demeure dans le végétal.

Nous voyons ici d'une manière assez claire l'une des sources de la nutrition, [l'eau absorbée par les racines arrive chargée de matières dissoutes; elle les dépose dans les vaisseaux, et une partie de l'eau elle-même & y dépose une certaine quantité de matières; le reste s'échappe sous la forme d'eau presque dans l'état de la pureté de l'eau distillée.

Hedwig a comparé cette sortie de l'eau à la sortie des excréments des animaux, et c'est dans ce sens qu'il a dit que les plantes ont des excréments liquides. Hales a comparé ce phénomène à la transpiration insensible des animaux, avec laquelle l'exhalaison a, en effet, des rapports prononcés, surtout quant à la nature de la matière exhalée et au mode d'exhalaison. Les opinions de Hedwig et de Hales me paraissent avoir l'une et l'autre de la valeur; et si je voulais suivre la comparaison des deux règnes, je dirais volontiers que l'exhalaison des végétaux répondrait à la fois la sortie des excréments et celle de la transpiration insensible des animaux. C'est par ce motif que je la désigne par un nom spécial.

Le rapport avec cette dernière fonction n'est encore sensible sous un autre point de vue, savoir, qu'il arrive quelquefois que la transpiration végétale, lorsqu'elle est très-abondante dans un lieu donné, devient sensible comme la sueur sous la forme de gouttelettes. C'est ainsi qu'on observe fréquemment des gouttes d'eau qui se for-

meat au sommet des feuilles du blé et de plusieurs graminées aux premiers rayons du soleil levant. Ces gouttelettes se voient aussi sur les dentelures de certains planifs; elles sont rangées avec régularité sur la feuille de la capucine. On avait cru jusqu'ici que ces gouttelettes d'eau, très-visibles aux premiers rayons du soleil levant, étaient déposées par la rosée; mais Musseitbroeck a le premier démontré qu'on les trouve aussi sur les plantes abritées, et qu'elles doivent être rapportées à l'action du végétal vivant. Faut-il rapporter ces faits à l'exhalaison? Faut-il considérer cette eau comme une vraie excretion, ou bien comme l'eau qui sort de l'extrémité des feuilles de certains arbres ou de la sommité des spathes des palmiers? Doivent-ils être rapprochés de la sortie des pleurs de la vigne? De nouvelles observations seraient utiles à instituer sur ce sujet.

## CHAPITRE V.

*De l'Action de l'Atmosphère sur la Nutrition\**

Nous abordons ici le sujet le plus compliqué et peut-être le plus important de la physiologie végétale : la respiration animale, qui nous fait voir l'action de l'air sur le sang. Peut nous prouver combien les rapports des sucs nourriciers avec l'atmosphère méritent d'être étudiés. Nous nous livrerons à l'expérience, quant au règne végétal, en observant l'action de l'air d'abord sur les parties vertes, puis sur celles qui ne sont pas de couleur verte, et en suivant ces faits avec ou sans l'intermédiaire de la lumière. Après les avoir ainsi exposés en détail et sans idées théoriques, nous les reprenons dans leur ensemble pour en déduire quelques idées, soit sur la fonction de la respiration végétale, soit sur son influence, relativement à l'atmosphère.

## 5. T. Rapports des parties vertes de l'Us avec l'acide carbonique.

Ch. Bonnet, occupé de recherches sur l'usage des feuilles, plaça des feuilles vertes sous de l'eau de source au soleil; il vit des bulles d'air s'élever. Frappé de ce phénomène, il se demanda si cet air provenait de la feuille ou de l'eau. Pour le reconnaître, il plaça les mêmes feuilles, dans les mêmes circonstances. » ou de

Peau privée d'air par l'ébullition; les bulles ne s'élevèrent point; il en conclut que ces bulles étoient fournies par l'eau, et que le phénomène était d'un simple physique, et non relatif aux fonctions physiologiques des feuilles. Ainsi, une marche, très-logique en apparence, le conduisit à négliger l'un des faits les plus importants de la végétation.

Trente ans plus tard, Priestley fut conduit à voir de même des bulles d'air s'élever des feuilles vertes placées dans l'eau au soleil; mais, occupé de ses importantes recherches sur la nature des gaz, il recueillit l'air qui s'élevait dans le fond du bocal plein d'eau et renversé sur une sotticoupe, le soumit à l'analyse, et reconnut que c'était un gaz oxygène presque pur, ou tout au moins un gaz qui en contient une quantité beaucoup plus considérable que l'air atmosphérique ou que l'air dissous dans l'eau. Cette observation remarquable rappela toute l'attention des physiologistes sur ce phénomène. Ingenhousz, Spallanzani, et surtout Senebier et M. Thénard de Saussure ont étudié tous les détails du fait avec soin, et prouvèrent qu'il était dû aux lois les plus importantes de la végétation.

Les conditions dont la réunion est nécessaire pour que le phénomène ait lieu, sont la couleur verte de la plante, l'action des rayons directs du soleil, et la présence de l'acide carbonique dans l'eau. Reprenons ces trois éléments de la question.

En disant que la couleur verte de la plante est nécessaire pour le dégagement du gaz oxygène, je ne veux pas dire qu'elle en soit la cause, car elle en est au contraire l'effet; mais j'indique par ce terme ou moyen

prompt cl simple dc rconnnUne lc» parties des vegefauz  
 (UJ d.£gagent du gnz oxia-nr sou\* IYau IHJ sotoil. LVxp£-  
 rience n protiv^ eo effrt qiie loutos les parlies des vége-  
 laux qui ne sont pa\* vrrtes on s\*i»wiptibksilc vurdir sous  
 l\*«au f nn dontient point Iron an d^^tPgeiiK'iil dug&t oxig-  
 gène : ainsi le\* rncim<sup>1\*</sup>! l's trrmcs a^ , In\* pi>tak^t le\*  
 étamines , les feuill«- el ks frtitls cotor^s, les champi-  
 gnons ft ccux des lirrhn^ qui no vet-dissent jtitnuis, eont  
 dans cc ca^ . If »'y a fl'cxcrplioii i cHLc ri^lc que pour  
 ijicltqiCA fintillcs coioreef, telles quo In v a r i ^ rouge *tir*  
*i* arrochv eultivee , ou qui.'liju<^ HI^UVS mariucs de cou-  
 leur rmigo t (tcs<[ijcl« on ;« lu \*Alt4TW de J\*oir qui coutc-  
 noit uiio qOfiDtftt not ft b!^ d\* gaz oxip^uc. M. Th, de  
 Satwsurc en a trotuo (ij SS, 100\* d»ns l'arr di^tLg^ per  
 i'arrorlic rouge t cl jVu nf renconli^ une inoiudre quan-  
 tile (vj dny\*\* ctlni diigne pnr *V&tta purptura*. Cette cir-  
 constance , qnVii g' ii'-ral lc^ p;ir(ic\* vt'rtcs sont les seules  
 qui douncnt tin gai oxig^ne t protive bicu que «l «r nc  
 provient piis BU nioms en lolalit^ de celu^ qtii ptut rester  
 adhérent h ta feuillc; & Scncbicr i m c h eflct que de\*  
 feuilles épuisées tVnlr pnr U pmnpo pntimnliqwc, en d^  
 gagent contm<\* & IWdtnoire quaod on li.-\* met sou\* IVau  
 nu soldi; it a vn encore que re ph^nom^oo ne lien! pas u  
 la surface de la feuilb, mni^ qo\*il a lieu cgalcmcl lon-  
 qu\*oo culfcvc b culctilc\* ct sVxcctile dam leparcnchymfs  
 do\* parties Terles. Cplte nclion paraft tnd^pcndanlo de  
 cell\* flos Alouittea; cur ello a lieu , mil out que nou»

(i) ftrchrrc. , p. 3S.

(i) too paiifcadrtir c&bate jiar cctlc plaulc, u.élées avec  
 100 pa tie\* dt' ^AE urtrcu\* t ^# jvm HkNKM i 5i\*.

pouvons CD juger , de la même nianifere dans lea feuille\* comme çlnn\$ les pe>icarpes qui ea sont pourrus, et dans le\$ fruits cbarnus on les v6g'etaux ccellulaires de couleur verto qui n'oD ont point. L'actiou paraît s'exé'euter eu raison des surfaces des fcuilles, et presqtie point en raison de leur volume (1). Ajoitons encore ici que ce phéuomène est c'videmment *Hi* à la vie des plantes, car lf.s feuilles encore verles, mais niortes, ne dógagent rien jusqu'à ce que, par un commencement <|c decomposition, elles exbalent un melange d'hydrogenc, d'acido carbonique et d'air atmosphdriqic.

L'action dirfcte des rayons du soloil est n^ce^saie pour la production du piuSnomfene dans *tes* circonsances cities; le jour 1c plus pur, Faction des larapes équivalafit 5 *pea* près au jour, ne suflisent point pour le determiner. Dans ces cas, et à plus forte raison pcutant la nuit, il ne se déguge aucun gaz lorsqu'on met des feuilles Tories sous Tcau^ou s'il \*cn dégage quclquesbulles, elles sont de la nature de l'sir ordinaire et paraissent! dues à l'air adhérant à la icuillc. Eufin, toutes les eaux ne &ant pas egalemeut propres au de\*gngcinent de Tair. L'eau bouillie i^t Tcau distUkcc, qui ne renfennent point d'air en solution, n'en Uissent point d^gager par les feuilles. L'cau dan^ laquelle on a fait dissoudrc du gat azote, du gaz hydrogène, et mémo du gaz oxigène , piiSsente le même r^sultat. L'air qui »'6l6vc dans le bocal n'est donc pas simplement dégag(5 de Tcati > on extrait de l'eau ulle-uiruic pnr Faction de la feuille el de la lumieère; mais t>i au conlraire Tca\*u conticnt une quantity quelconque do

---

(1) Dc Saussure , Recherche\*, p. *Hj*.

gaz acide carbonique en dissolution, la feuille verte, aidée de l'action de la lumière solaire, en dégage du gaz oxygène. Senebier a même remarqué que la quantité de gaz oxygène est plus grande dans les eaux qui contiennent artificiellement une quantité de gaz acide carbonique plus grande qu'à l'ordinaire. Ainsi, pour ne citer qu'un seul exemple entre plusieurs centaines d'expériences publiées, une branche de framboisier qui ne fournissait point de gaz dans l'eau distillée, a donné dans l'eau commune un volume d'air égal à celui de 108 grains d'eau, et dans l'eau chargée artificiellement d'acide carbonique, elle en a fourni un volume égal à 1664 grains d'eau. Il a conclu de ces faits que le gaz acide carbonique dissous dans l'eau est, sous les rayons directs du soleil, décomposé par les parties vertes des végétaux, et que, scion toute probabilité, la feuille s'empare du carbone, tandis que le gaz oxygène, devenant libre, s'échappe dans le bocal. Cette théorie a été d'abord confirmée par les expériences de M. Woodhouse (1), de Saussure, Palmer, etc.

J'ai répété l'expérience de Senebier sous une forme où le résultat est plus visible à l'œil. J'ai placé sur une fine cuvette deux bords renversés, Tun A, ainsi que la cuvette pleine d'eau distillée dans laquelle nageait une plante de menthe aquatique; l'autre B, remplie de gaz acide carbonique. L'eau de la cuvette était surmontée par une épaisse couche d'huile, afin d'éviter pour un temps donnée l'action de l'air atmosphérique. L'appareil était exposé

(1) *Journ. of Xkholsonn*, 1847, p. 150. Ce savant, habitant de la Pensylvanie, semble n'avoir pas eu connaissance des expériences de Senebier, mais il les a tout-à-fait confirmées.

au soleil; on voyait chaque jour dans le bocal B le gaz acide carbonique diminuer, ce qu'on reconnaissait par l'élévation de l'eau; et au sonnet du bocal A, il s'élevait en même temps une quantité de gaz oxygène sensiblement égale à la quantité de gaz acide carbonique absorbé. Pendant deux jours que l'expérience a duré, la menthe vivait en bonne santé, tandis qu'une plante semblable placée sous un seul bocal d'eau distillée, n'avait pas dégagé de gaz oxygène et annonçait des signes évidents de décomposition. Ainsi, dans cette expérience, on voyait pour ainsi dire le gaz acide carbonique distillé et décomposé par la plante qui s'en nourrissait. La même expérience ayant été répétée en mêlant du gaz oxygène à la place du gaz acide carbonique, il ne s'est dégagé aucun gaz dans le bocal où était la menthe aquatique. Tous les détails des expériences de Scnebier conduisent avec surabondance aux mêmes résultats. Ainsi, il a vu que si on renouvelle les feuilles vivantes dans la même eau, elles cessent de donner du gaz oxygène, parce que l'eau est saturée d'acide carbonique; il a vu que, si l'on place des pinnies au soleil dans une eau chargée de carbonate de chaux, il ne se dégage point d'air; mais que si l'on y verse quelques gouttes d'acide nitrique ou sulfurique, l'acide carbonique qui quitte la chaux se dissout dans l'eau et est décomposé par la plante; il a vu encore que l'acide gallique, qui ne dégage de l'acide carbonique que par l'abondance du carbone, produit sur les plantes vertes un effet analogue à l'acide carbonique.

L'air, dégagé par les plantes vertes mises sous l'eau au soleil, contient toujours une quantité de gaz oxygène supérieure à celle de l'air atmosphérique, mais le plus sou-

vent mélangé d'une certaine quantité d'azote. Le tableau suivant fera connaître les proportions de gaz oxygène obtenues dans diverses expériences faites sous l'eau avec des feuilles; je les cite sans y attacher une grande importance, puisque cette quantité est variable dans les mêmes espèces, selon des circonstances que nous apprécierons tout à l'heure.

NOMS BBS IXABTEJ.	9ATCBC de l'eau.	OBOAWS.	OUT comic, sur too, parties eih.W, osigèae :	D'AFBfc
Sempervivum birtun.	De puits.	RosHrsentières	25	DC.
<b>Pisum sativum</b> .....	De pluie.	F.uilles.	25	
<b>Vitis vinifera</b> .....	Dt tource.	Fi-uilles.	30	Th. de Sauu.
Prunns (iomvktica....	Dc pluie.	Feu i lie*.	31	Tb. Je SauuJ.
l'inuk & l'vstrjs . . . . .		Feuilles et jeunes pousses.	33	Pal m f l.
Larix europM. . . . .		F. uilUk et jeune* pousses.	34	Palmer.
Lepidium Miiivum...		Fruilles	34	
Crassula perfoua....		Fcuilles et jeunrt poustkts.	34	DC.
Pimm Mliiviro. . . . .	De puits.	Tig«.	38	Tb. de Sauu.
Mrispeimum c»nt- dense. . . . .	De puits.	Feuilles.	40	DC.
<b>Pyrus malus</b> .....	De kourcr.	Feuilles.	50	Tb tleSiuu.
Tropaolum ma jus...	De puits.	Fi-uilles.	52	DC.
Vitis vinifera. . . . .	De source.	Jeunes lijev.	46	Tb He Sauu.
Hyoiciainus niper....		Ffuillfs.	47	Palmer •
Hiunut Homr&tica....	De source.	Feuilles.	48	Tb di'Sauss.
Antherimin Irulesrens	De puits.	Feuilles.	50	DC.
Hikum sativum. . . . .	De source.	Fruilles.	53	Tb, de Sausi.
OMiniia %ulgari». . . . .	De puits.	Bianthes %ertes.	56	DC.
I-iiium raceiuosum..	De puits.	BrJtt«bi*s et feuille*.	56	DC.
Srmpcnifum arbo- leum. . . . .	Oe puits.	Fenilles en lOkvte.	60	DC.
1 Sedum album....	De [mils.	Branches et Iruillts.	60	DG.
Sedum anaetnpteros..	De puits.	Branches et feu i lien.	61	DC.
NitrM Seoberi	Do puits.	• Ftuilles.	67	DC.
MeseniLry miheanum linguiforme.....	De puits	Feuillei.	70	DC.
Atriplici hortens>it ru- bertima . . . . .	Dc source.	Feuilles.	85	Th. de Sau«

Les causes de ces différences sont encore peu connues; elles peuvent tenir, en premier lieu, & la nature de l'air dissous dans l'eau, lequel, comme on sait, est assez variable d'une eau & l'autre, soit dans ses proportions d'azote et d'oxygène, soit dans la quantité de gaz acide carbonique, soit dans l'influence avec laquelle il circule ces divers gaz. Il est, en effet, probable que ces gaz impurs sont sortis de l'eau, soit comme toutes les eaux en exhalent par l'action seule du soleil, soit parce que la plante facilite ce dégagement par un effet mécanique analogue à celui que Herminé a vu dans le verre noir placé dans l'eau, et qui en dégage des bulles, certainement sans effet chimique. Cette opinion se confirme par ce fait, que l'air, dégagé par les plantes, est du gaz oxygène pur ou presque pur, quand on les a mis dans de l'eau distillée, où l'on a fait dissoudre du gaz acide carbonique. Outre cette cause, qui est la principale, il faut tenir compte de l'air qui peut rester adhérent à la surface de la plante, ou de celui qui peut être contenu dans les divers cavités aériennes, les vaisseaux ou son tissu cellulaire, ou enfin de celui qui (Unit *méli* avec l'eau qu'elle avait absorbée par ses racines. Quant au gaz hydrogène qu'on trouve quelquefois dans ces expériences, il paraît toujours tenir à un commencement de décomposition de la plante.

S'il y a des variations relatives à la quantité de l'air respiré qui ne tiennent pas à la quantité d'acide carbonique décomposé, elles échappent à nos observations. On pourrait croire que les plantes qui combinent le plus de carbone doivent exhaler le plus d'oxygène; mais je ne puis vérifier ce soupçon avec quelque précision. Davy

paratt croire (1) que les plantes qui produisent des huiles volatiles exhaleut plus d'oxigfeuc que les autres ; niais jc ne vois aucuno. preiivc on fait en favour da. cetlc opi- nion.

Les expériences que nous venons de citer prouvent ^videmmenl que les feuilles vcrtes , places sous l'eau Au soleil , décomposent le gaz acide carbonique de l'eau qui est en contact avec dies; mais décomposent-elle\* aussi celui qui peut leur être transmis par les racines, dissous dans la sève ? Scnehicr a résolu cette question par l'expérience suivante : il a pris deux branches de pfi- cher, qu'il a placées sous des récipients pleins de la même eau; le bas de ces branches sortait des récipients , et plongeait dans des bouteilles\*. L'une de ces bouteilles contenait de l'eau chargée d'acide carbonique, et l'autre était vide. La branche qui reposait par sa base dans de l'eau carbonisée, a dégagé une quantité de gaz oxigène t^gal 5 un volume d'eau pesant 1815 grains; l'autre 5 un volume d'eau pesant seulement 955 grains. Ainsi, la moitié environ du gaz oxigène par la plante paraît avoir été fournie par l'acide carbonique de l'eau en contact avec les feuilles, et l'autre moitié par celui de l'eau ; absorbé par la base de la branche.

Cette expérience, importante si on considère divers rapports, tend en particulier à expliquer quelques faits qui semblent en opposition avec la théorie.

Spallanzani a vu que les plantes grasses fournissent évidemment du gaz oxigène sous l'eau distillée, et même sous l'eau de chaux, dans laquelle on ne peut

---

(i) Chim. Rgr., trad. fr., p. 378.

soupçonner la présence de l'acide carbonique; d'où il concluait que ce n'était pas en décomposition de cet acide qu'il avait dû le dégagement de l'oxygène. Mais Senebier et Spallanzani lui-même, ayant étudié le phénomène de concert, ont vu, 1° chose, s'il est vrai que les plantes grasses donnent un peu de gaz oxygène sous l'eau distillée, elles en donnent beaucoup plus sous l'eau carbonisée. Ainsi, la proportion moyenne qui résulte d'un grand nombre d'expérience, faites sur le *sedum anacampscros*. Est que la quantité de gaz oxygène fourni dans l'eau distillée et dans l'eau carbonisée, était comme 11 & 150.

9° Ayant pris deux feuilles de *sedum* bûchées d'air sous la pompe pneumatique, ils placèrent l'une sous l'eau distillée, l'autre sous l'eau carbonisée. La première ne donna point de gaz; la seconde en donna comme  $h$  Torricellienne. De ces faits, et d'une multitude d'autres analogues qu'on peut lire dans les ouvrages de Senebier, on doit conclure que, si les plantes grasses dégagent au soleil un peu de gaz oxygène sous l'eau distillée, c'est que, conservant plus long-temps que les autres la saveur même d'où elles ont absorbé leurs racines, elles se décomposent lentement, et que l'action du soleil fait dégager le gaz oxygène de l'acide carbonique contenu dans le parenchyme.

Hassenfranz (1) attaque la théorie de Senebier sous un autre rapport. Il soutient que les plantes crues sous l'eau carbonisée ne donnent pas à l'analyse plus de carbone que celles qui ont vécu pendant le même temps sous de l'air ordinaire. Cette assertion est fondée sur

---

(i) ADD. de dim., voir *H4nu* dans les vol. XIII et XIV.

des expériences inexactes, comme M. Th. de Saussure l'a prouvé; et nous citons tout & l'heure des expériences de ce chimiste, qui tiennent le contraire. On pouvait à priori le présumer, d'après l'ensemble des faits. En effet, 1° on ne voit dans l'état actuel de la science aucun moyen de comprendre le dépôt du carbone dans le végétal. 2° La matière verte des parties foliaires, qui est celle où s'opère le dégagement du gaz oxygène, est parmi les matières végétales une de celles qui, le plus égal, contient le plus de carbone. 5° Les plantes qui naissent privées de la lumière solaire, et qu'on nomme étioilées, ne dégagent point de gaz oxygène, et contiennent beaucoup moins de carbone que les autres. Il semble même que la quantité de cet élément n'y augmente pas pendant leur végétation, et que celui qui était contenu dans leur graine ou leur tubercule ne fait que se dilater dans leur tissu; fait que les expériences plus récentes de M. Gœppert paraissent aussi confirmer (1). Nous examinerons ailleurs l'influence de ce phénomène sur la coloration des végétaux, et nous nous bornons pour le moment à faire remarquer que Ton pouvait, sans être taxé de manquer de logique, allier avec Sennebier que le carbone provenant de la décomposition de l'acide carbonique se fixe dans le végétal en même temps que l'oxygène s'échappe au-dehors sous forme de gaz.

Nous avons jusqu'à présent, pour voir les résultats avec plus de facilité, placé les végétaux dans une situation forcée, et pour la plupart contre nature. Il s'agit de voir si les mêmes résultats qui ont été obtenus sous

---

(i) *Nonnulla de plan(arum) nutritione*. Brevlini, iSaS. IL«8°.

l'eau ont aussi lieu dans l'air. Les doutes à cet égard naissent de deux considérations. 1° On n'observe pas une plus grande proportion d'oxygène dans l'atmosphère des lieux plantés de végétaux nombreux que dans celle des rivières ou des déserts arides : on n'en trouve même pas davantage, dans une serre close, le soir que le matin (1). 2° Si on place une branche verte dans un bocal clos, on trouve le plus souvent la quantité du gaz oxygène libre diminuée plutôt qu'augmentée. À ces deux objections, on pourrait répondre, 1° que la mobilité de l'atmosphère est perpétuellement le résultat de différents courants, d'où résulte son équilibre habituel, même dans les lieux qui semblent clos; 2° qu'une branche mise dans un vase clos est dans un état qui ne représente pas exactement l'état ordinaire des choses.

Quelques physiciens ont tenté de résoudre plus directement cette question. Ainsi, Senebier remplit deux récipients renversés, l'un de gaz azote, l'autre de gaz hydrogène; il introduisit dans chacun d'eux un rameau vert, dont la base plongeait dans de l'eau carbonisée; il changea les rameaux chaque jour, afin d'éviter toute apparence de décomposition. Au bout de quarante-trois jours, il trouva, par le moyen du gaz nitreux, que les deux récipients contenaient 28 5/30 centièmes de gaz oxygène, lequel provenait évidemment de la décomposition du gaz acide carbonique dans l'eau; et quoiqu'on puisse aujourd'hui arguer de quelque inexactitude le mode d'analyse de Senebier par l'emploi du gaz nitreux, la conclusion reste vraie, parce que la quantité de l'oxygène

---

(1) Pulmer, *tie plantarum exhal*, in-8°. Tubing., 1817.

trouvé dans le récipient est peu importante; il suffit qu'on en ait trouvé une certaine dose; ce qui ne peut être contesté.

M. Palmer (1) a obtenu des résultats analogues par une autre voie. Ayant placé au soleil, dans un récipient d'air atmosphérique, des rameaux verts de plantes diverses\*, il a trouvé qu'au bout de dix à douze heures, l'air du récipient contenait environ un centième de gaz oxygène de plus qu'à l'ordinaire. Il a vu aussi que des plantes vivantes, mises au soleil, décomposent pendant le jour l'acide carbonique qui s'est formé aux dépens de leur substance pendant la nuit. M. Gilby (a) a placé une touffe de graminée au soleil dans un vase qui contenait au commencement de l'expérience :

azote, 10,507 pouces cubes ;

oxygène , 2,790 ;

acide carbonique , 5,700 ;

et, au bout de quatre heures seulement, il assure qu'il a trouvé (l'azote restant le même) l'oxygène accru à la dose de 7,79 et l'acide carbonique réduit à 0,08.

M. Théodore de Saussure a cherché à atteindre le même but, en plaçant les végétaux dans des circonstances plus rapprochées encore de leur état ordinaire (5). Il a fait végéter au soleil et à l'ombre des plantes dans des atmosphères qui contenaient de petites quantités déterminées d'acide carbonique; il a vu qu'au soleil les plantes prospéraient dans les atmosphères qui n'en contenaient

(1) *Diätetische wurtelquasaerifer.*, etc., in-R'.F. l'imb.. 1815.

(3) *Becherch. chim.*, p 31.

pas plus (Tun ilouritiir de jraz aciffe caibouique {i});  
 i\*ai\* tpih rnmkn: In nirondreMlose dr M gat ajou<e it  
 Fair commnn , n M nuisible & In ventilation. Duns W ]>e-  
 vmrrtMt il (Hail ducrmipwt- ; dam Ic sccond , il Ut  
 Fftait pis : dan\* k ptrsier 6ai, 1A planle a cm 4e oou<sup>1</sup>  
 grains ; titiiH In tecand\* dp trais simleMBI; el l'ac-  
 croissement • l'air Jihrc avail rIA <Je cinij ^Pflin\* duts I\*  
 même temps

Mai» son tipArtciice in plu\* iuUractive ft ce \$u)et a <u  
 L »uiv»Mo : Il a Alrvii <Je> perveiclics de graines, et  
 s'est assuré, par tmr analyse préalable, de la quantité  
 moyenne de carbonique que contiennent les jeunes penv-  
 ches. d'tin poid\* nL 4'uan grndcur connuft. Il tti n  
 placé sept plonpoanl par lears mcine\* dm>\* df) J'tf\*u dis-  
 lill<V i \*1 vim lit sous un recipient d'nic atniospliiri^Li^ .  
 mi'1^ do / i/ii ottnlitoei dr gaz acide curbowqiw. Il rn  
 a plan<sup>1</sup> srpi aaitres MNtl <H\* t'nir wunUaWc, miii Urptuir\ i>  
 tt ftoMc carbontquc, JI JI export oewr6rf\n<!iis an »oieil. Au  
 bout aV m-jonrt, il \* relirf les pt\*rrcDcbrs DOU altérées:  
 l'atmosphère flu i^d pied I. <jui c^ntfinait CKJ fttt acide  
 carbonique , nW COD let in it pJiiK, tit irufrriwut "4 i "  
 centièmes d'oxigène, au lieu de %.

L'acide carbonique a donc 4\*6 dtaaaipo\*\* p\*rj U# per  
 venchés ; mais Is tataKtt-de \*on okigfaav n'i^\*» été ex-

(1) L'air atmosphérique contient, d'après les recherches plus  
 récentes de M. Th. de Saussure, une quantité moyenne d'acide  
 carbonique beaucoup moindre, 415 sur 10,000 parties; il s'en  
 iruuvc un pru plus Jc mm iljieiie jour, sut li s montagnes que  
 Stc. iK (rtijs<sup>1</sup> ci d\*lii t. ii%x ite C ^ f « ynl ^« ti Am. de ph<sup>15</sup> s.  
 ei i-l.ih. »>.l ;;; )

halée. Les perveuclics elles-mêmes analysés ont fourni  
 a) grains de carbone de plus qu'avant l'expérience.  
 Celles (qui n'avaient été sous une atmosphère dépouillée  
 d'acide carbonique, avaient perdu un peu de en-  
 tra Cette expérience, ripMte ovtr ln nictilhc aijua-  
 tique ^ la Etlicaire. fe pin fauvoge, TopunLia. a donm\*  
 sensiblement les wuucis r^sult^U, sniif quclfjuc\* vruia-  
 iioqs dnns ks qunntit^^. KlI\*<sup>1</sup> iV;monlrp \*j>ft Its parties  
 vertt's des plan Ins nu solcil ddcomposcot F\* gaz acid\*\*  
 carbonique de Tair, ^emparont du carbour qiii accroit  
 leur partie solide, rcliconenl iuc p<ti\*e partiü de ton  
 oxigène, et d^gcgPDt le resle.

Ces rOsuJtaU sont démontrés par une expérience pour les parties  
 verles des pinnies 'jiii soul ey posées a\*i\ rayons directs du  
 soleil. Il est certain ainsi qu'à l'obscuration (où il n'y a pas de  
 lumière carbonique n'a pas lieu: nioi>il e\*<sup>1</sup> pn\*sqii<' c<<vtaiu IJM''«I»II\*  
 ccs 4<sup>n</sup>^ extremes, t& en partiewtirr h. In IUMUTO JifiVisr  
 un jour, sfin<sup>1</sup>\* action dJrt-rU? du »olcU\*Tn d^compowlirtu  
 doll DVojr Urn, guQifjue hop knlc Cl Irop failili- pour  
 \*lrc opprdcife dan» no\* oxp(\*nonccs. En ct||', i\* ^i t  
 comniti tout porle ft \* crocre. la couleur left\*<sup>1</sup> c\*<sup>1</sup> due  
 h U decomposition du gaz carbunitjur, la teintr dtfc-  
 tl<?iucul verte, \*iuoitjur plus pale, 3w planter i|»i vivcin  
 «u jour pur sun^ soli'il, promo <ju« cello action tieii s\*y  
 exercer, qaoiqiM plus fciblripnt. JUi w\ do mrtnr (T  
 plantes d'liultoj,^ expos<< U I influtjirr dr siv UIMM\*S »  
 verdir aau« d6pag«r <lr ga/ oxfg«>ne cu quantity ten-  
 sible (1). Les plantes privées de tout moyen de

(1) Wwn.'i an\* vlrangeri del liuttluurol. I.

décomposer l<sup>\*1</sup> %H7. jicide carhoiikju < do lair, < ut promp-  
 lement p<sup>^</sup>ri dan<sup>\*1</sup> It<sup>\*\*</sup> «\*p£riencos dfl M. Tli. do Saus-  
 surc. Or, fniisqur, lc\* plaule\* vivi'nt \*\*I SOUTent prospè-  
 rent ii l'ombrr, il Taut hwn <juVlta\* \*a client y dicorapo-  
 &er un peg decide cnrboniquiv o\* M<sub>T</sub> Th. dc Saii«»re.  
 A vu des plwile\* tuariciigcii^s, tclfc s quo la persicni<sup>1</sup>  
 i<sup>1</sup> la talicaire, dc'g;ig<»r un pen d'oxig<sup>^</sup>nc\* dans unc n! -  
 mosphère d'azutc, h tine Jttmitrp laible ot diilnso, tau-  
 dis qu'elles m< ili^agcni men l\* \ilisctiritu lotaio. Ces  
 Jails triulfiii ;i protiver <|ur, duns l; i nattin- pt lc cours  
 ordioatre de fa vogetalitm t In di'romposiliou dn put acide  
 carLanique peal avoir lieu & fyime doso <nns faction di-  
 recte du soln; tnaift ii fatit avoncr quo cello-ci !Jl <1^  
 ic rmino pre^jud toujours Male duns DOB experiences, cl,  
 tM tons ci<sup>\*1\*</sup>, dans do\*. proportiOil£ incoiupn rablement  
 jiliis active\*.

(let r'lTol dc In ltnm^ro toiaire, Sencbier a remarqué  
 qu'il e,t determine plus fortement par lv rayou vtoU't on  
 1G plus r^iraiigiblf\* <lvuc ptt r le\* sutrei; maU colic e&p^  
 rience. qn'il n'a foale qu'titt moyen dv liqufdef cofor-  
 res, aurail im-soiu d^tre r^p/l«e par l'ncUun dir^clft dc i  
 rayons solarrt d^compoacs pnr lv prUnie. On \*ait bi#n  
 que In cBtleor ordioniiT n\ nurunr action Mir lr ph^no-  
 uit»nc; il faudrnit encore vrritirr si lrs rayons raloiih-  
 <jii«s dn specie nVn onl ancooe.

\$. H. Rapport\* Jc\* pill lies »rjJM a»>c LfUi^Hiedc 1 air.

LorsquVn plaet\* do< fifties vnttts At^ ^taux vivans  
 dans If Tidr on dps giiz qui UP conlittnt pas »b g« oxi-  
 gène libr?, die\* T p^ri^rnt pn pen dr temp<4 Cf t effet a





organiques distoofls tlata fliifttoiff rtvè, qa'il (f ffrues de l'acide cfrbonique prndanf là it'tfU, loqtiel eat de flriti' vtaii decomposé par la funiifcirfc solftlrp. La pltfnte fe'np- propriic alori le carbone et une petite quantity d'<Hfigt\*ne; tandis que M ^cste de Oè gAVi m\*1\*«Te'pno:d'azote qui so troure dons lo tissu , cst exhale dftps r'atmosphère pendant le 'jfofr.

§. tit. ftappbrls dies puttie\* M ^toi' qui no \$crit ]\*\* tMilb: avec f'atmosphère.

Oil peut r&daire k une lqi simpisd/tóitce qui turt relatif aux rappok s'd Fair atqKwpl^rkjueÀTec lei parties du végétal t^ui tout color6\*j selopbjhmgaj^ejd^s botaniques, c^cst-b-dire, qui no sont pas venfes. Tou'cesor^auie»nn s^g similent point Poxigoiuldc Tair; maifl, toil de jour, soit de ttiif, let oxig^nte riwpptnft d'une porHrnl de hat carbone, <t[formo ilin^i rtne lortafae quahlMI>d\*kf)ide cUrbotiqr, qui tnnlôt dovientlrbre >dans i^atmtphèchi t fbntôt s> dittotit , soil Hans 4^o»» oinbianto, soit dans r^itfèv^grtation dc\*»>fanlc<^«etipexit htñsi, dans los dfenk c«s, f Oiro de no\i\oair drénAipcksc pnr Ins partita vertes. Cette d6carbonisation de^ parties colorées. parall nécessaire à Ik s&mt6 dii vtigtital, hi go jini>entc apns des formes et &r dfé9flegt& direr\*, selcm l'organe oil on examine et les cirronstnnces ftixijnillos. il est soumis aux les indiquerons rapidonient, m 'prepont. coccqini pinq guide principal JkL Tk de iussure.

Les racines^ ^ i ^ Ic^ir jjositjou ^uturraj^ ^ S9IH soumises k Taclion de Fair olmosphéwqui:, qpu icuplre jusqu'h ellrs û Unver^icteiTCau. On <«> d^puii long-

t\$ jnp\$ qilfe les arhue^oafkent, lorsqu'on cnterre la Lase  
 d&Jeur Ironc de manière à empêcher l'accès de Pair at-  
 njnsphlrique vers les rncjnc.\*. C'est en partie pour ce  
 motif quo les arbre\* inondés souffrent et ptfriissent, que  
 Io» terrain\* lagers conTiepnent mieux aux v6g\*\$taux à Ion\*  
 gUQ^Tacificsi; iju'à line cortaine prnlbndeur, lcsracincs  
 potisscnt plulôt laléralément que verticalen^cnt; que les  
 racines lalérales sont, en général, plus pvs de la surface  
 dtfotawre (.i); <jue les rapines souffrent plus du contact  
 d'unc eau stafrnanlc, quoiifne plus riche en matiferes nu-  
 tritives, que de celui d'unc eau courantc, qui leur ainfene  
 km& ceste un peu d'tfxi^ne; qu'enfin les racines, qui vi-  
 f4ni dans des condui|si »d'eau peu poumis d'oxigine ,  
 sen^bleilt oMig6es à niultiplier leur surface en poussant  
 line foule de pctites racines (queues de reard) , afin de  
 s'empnrer d'une plus .grabde quantité d]oxigfue (a).  
 M. Vah-HiR (5) assure qmipjintileft vasc^s de *jelarg6nium*  
*jbkmle* dont les plantta-titêm\* touffrantes par suite d'o/  
 elkftlaisons de plusienrii<bM>IMP(e9, il leur reiiditla santé  
 MrfntiHidiiisont du gaz oxifetaftflans la lorre des vases. Le  
 Mfeimdborticrleur assure que des ognous de jacinibe^  
 4pil<4Mnik6ent mal dans Teau, v r6itssi\*sent v au con-  
 frciM|,bieo, en renverg&nt dan> c^tle eau use fiole dc  
 gth OWg^nc; qai s'y absorbc lenten>c>t, oppnrvient w%  
 raejAft II alfinue enlin avoir eu dc oicilleurs melons en  
 donriani de Toxigfene à la lerre; uiais comqie il iw d&cril  
 point son proc6d6 opérntoirc , et qu'il seiublo u'avoir pa»

(1) Oub.mel. Pby\*. dei .it., tiv r. chap. v

(2) He Saussure, Rcrh., p. fn{«-io8.

(3) Trail?, soc. hoHic. de Lond. i8ia , vol. I, p. ?53.

fait d'essaiU compavatifc, co experience\* lament beeu-  
toup b desiter,

M. Th. Ac Saussure n confirms ces donnees pratiques  
par des experiences plus pr«Jert«t. U a ini\* de& racinaacto  
j'uncs marrouiers en tout act aire divers, gaz, et a vu  
que les individus dont Irs ratines plon^raitMildaiisdes gaz  
privés d\*oxi^t:ne tibtr, niouraint au bout de pçu do  
jour\* , tamiis quo cilles qui plongeaiçH d«ns Tair alnxi  
sphérique avaient prosp-t-iiS- Celle\* ci diminuaiet In  
quantM du gaz o\igt'n«, PL fornaiif.'nt avec tui et leur  
pp re enrbojie mie quantity correspondante d'acide  
carboniqueJLo quantity d'oxigfene qui dispartit danscc\*  
experient«<- . qtttbd on ngit sur des racioeti d^tacliers d\*J  
leur tige, eut ton jours tnfrienre an volunw de In He  
cinr (1), pruco qur ct^lle-ci no lburnit plus de siw\* fa »a  
tigg; mats lorsqu'oo »git sur des recinc<sup>1</sup>\* tenant !• leue  
tigfj^ elites paratssent absorber plusieui\* Ibis luur volume  
de gaz oxigine, pnrce qiieteui-ci foroio de l'atidtscai<sup>1</sup>-  
boniqiic, qtfi est nbwirbi par Irs racines , H di^oiiipos\*<sup>1</sup>  
dauib los parties Miners , do manure qitr ^o^ip^nc re-  
devient libi-e dfltis ratmospherc, Lorsque Ic\* rucines se  
irf>iivent en coutaft aTCc les gnz azote, hydrogene ou  
acide cilrbooiqtie, elles p^rUsout plus on moim\* rapidr-  
ment , ooniue nous le racontrons en parbnt Act cin-  
poisonnemens des ve"gelaux (liv. V , chap. rJ). Vsuflii  
pour notre but ocuel d\*ctablir la ndcossile fto la |>r\*\*  
sence du pai-oiig&ne. Le»rhtxonif>5, les tabei eules et les  
bulbes, et, en g£nc>al, l<s pwrlies souUrifliims et • on

(1) De Satmure, Rcclierch. f. If,

colonies en vert des tiges, se conduisent dans cc\* expériences absolument comme les racines.

Les branches niées sous un récipient avant leur cueil-  
laison, ne se développent point lorsqu'elles sont dans  
un gaz qui ne contient pas d'oxygène libre. Placées dans  
de l'air atmosphérique, elles se forment avec l'oxygène et  
leur propre carbone un peu d'acide carbonique, et cette  
formation paraît leur être nécessaire; car, lorsqu'elle a  
lieu, elles se développent en santé. On doit éviter de  
confondre ce fait avec celui qui résulte de l'action de la  
partie verte de l'écorce, qui a lieu en même temps. Il  
faut ajouter qu'une partie du gaz acide carbonique an-  
(*ovmi* se dissout dans l'eau ambiante, et qu'une autre est  
entraînée par la sève de la branche elle-même, lorsque  
l'expérience est faite sur un arbre en végétation et tenant  
au sol.

Les branches dépouillées d'écorce présentent les  
mêmes résultats; le corps ligneux forme de même de  
l'acide carbonique aux dépens de son carbone et de l'oxy-  
gène de l'air. Cet effet est plus rapide au soleil qu'il  
l'est à l'ombre, et il en résulte une coloration du bois en brun  
ou fin bruni. Cette coloration est due, selon Bosc  
de Lisle (1), à une précipitation de carbone et à une forma-  
tion d'eau. Cette précipitation vient, selon M. Th. de  
Sausage (v.), de ce que le bois, en perdant une petite  
quantité de son carbone par le gaz oxygène, qui lui-même  
perd en même temps une plus grande quantité  
d'oxygène et d'hydrogène sous forme d'eau.

---

(1) Art de la teinture, T, p. 178.

(2) Recherch., p. 125.

Les fleurs (i) ne se développent pas plus que les bourgeons\* sous des récipients dont l'air est privé d'oxygène; mais, sous l'air atmosphérique, elles suivent le cours ordinaire de leur végétation. Dans ces expériences, elles font disparaître l'oxygène de l'air, qui se change en acide carbonique au moyen de leur propre carbone; elles retiennent dans leur tissu une petite partie de cet acide carbonique, et le remplacent par une exhalaison de gaz azote. Cette exhalaison a un tiers dans diverses fleurs entre 1/500 et 1/5000 de leur volume. La consommation du gaz oxygène par les fleurs est un peu plus proportionnelle au soleil qu'à l'ombre.

Les fruits verts se conduisent avec l'air de l'atmosphère comme les feuilles (2) Les fruits mûrs et colorés forment de l'acide carbonique avec leur propre carbone et l'oxygène de l'air.

Enfin les graines, qui, à leur état de torpeur, peuvent être exposées à l'air sans altération, présentent, au contraire, des phénomènes analogues aux précédents, dès que la germination y est déterminée : elles forment alors une grande quantité d'acide carbonique aux dépens de leur carbone et de l'oxygène, et cette décarbonisation est nécessaire à leur développement. Nous reviendrons à ce sujet en parlant de la germination; je n'ai voulu que montrer ici l'existence de la loi sur les organes des végétaux qui ne sont pas de couleur verte.

(\*) est probablement pour ne pas avoir soigneusement distingué l'action des parties vertes et colorées des végé-

—x—Mintin

(1) Rocher, -p. 175, 176.

(a) Voy. liv. Ul<sup>h</sup>ap. 4/De la mûre.

*l\*n\, q tiv* M- Puluier (j) a d<sup>5</sup> CDUoier u soii tenir ijne If a fetiilk\* tics pUtiLo i^li.iU-iit du fair jwudiml U.nuil : ii ovour qua fa qiunliLo d\*air icrvfenae sou\* Ic m ijii ent av«c die\* u'eM pas augment' . miu» que «a nature est changée. Or, le chaugrnoiU qurnaiulle do \*e\* proprec expériences ^ t, en muyemic, uuc foruuilou dVuvirou » ceutiouietf fl\*ciU; carboiiiqut', et uoc (liiptritioo <« 2 1/2 io ciMiliitues iroxigour; n^Lft couiuiic il uJDpiojni'. des plahles culii-ros , ou pruL i>\ptHjicrcca fnit\* f-ti dii>aul que I'iicidr catLoimju e s'eI iViruu: par Tuumh du Tuu-gène de lair avec Ic carlouc tlc4 parlies ou colored ou souffrantes, v\ qucl;i pi'lte diminutiond'oxig^fleaLsoile e«i ikkv i rrtbjwrptiaD do\* parlio^ . icrlcv.

Lection 4c L'o\*jffew 4e I air \*ur Le ciiarbou dc\* pun ies végétales qiii AO M>n pa» veite no [>eU pas être cviuidii-rée cuwnif un vt^ntnLiv ciriri vital; cW unr propriié chimique iilkTciile h ce« corps. £11 efl'ct, uetlc action continue 4 j'cAfTCur spWki U UHvL »ur lv\* hoi\* oi les écorces ; el UuiuJord t pmim: , par do> expériences droctes , que le charbon , qu'on a considéré long-temps comme Tuu de» C4rp> k > pliu ti>fv\*jiiei'on cuuntit, pr»a s'unir à l'air, et former un composé carbonique à une température beaucoup au-dessous de celle oil cvlle iube-UMR-<|>nil> visiblement. Cette combinaison loote lie IVvig'-iir 4Vfc Ie charbon explique pourquoi les lieu\* dt\* tbrU ou TOD « Jabi ii|ur, du charbon comme ceutpjir utrc sterili^, pwi\* deviunimuL fertiles, à mesure que ic ciim-bon si; unubtir avec l'oxigène de l'air, et forme de Jacide cjirbonitjuc, qut se di>>out dan\* J'cau

(1) *Vtptant. exftdi.*, p, 17, t\$, 33.

ambiante ? pile cxptiqn\* cette action lctVr Ar Poitgfae  
 sur Lotiles l\*s parties de?» r^ei-iux TIV\*D\* on morls; die  
 fait <\*nfin cmnprenre commrnt ta d^comjiosJiiuii <h  
 tout les parties mnrts d>« r^^tnu\ a fair librt\* e\*t ac  
 céléré J pnr cello sonilrnclifin dr carbone.

§ IV. r\,n''t"i|iicLff' tlnWi<Jue\* tlc? r.11;\* i i l i k> idntiiV = ar... ;  
 précédens.

Nous M'uofis de voir \*p> U vt^tation pr^tente Bttf  
 série dr compofitionH el d« d^rumptions d'acidi\* enr-  
 bonique. dont il eai difiirile dv n» rendri un compte  
 exact. Voici la mimiorr dotil il mv scmhlc !c pins na-  
 turel d'on Coikfeyoir IVSel.

1°. LVnu qtii [h-tit tre dmts l>^ v^tanv par Lei racines  
 est char^ d'neide carbimqite, lc.<llw\ PM Iraisporl\* par  
 la S^VP d«ru 1^9 partu-ji rurt\*\*, et y P\*I d£c<iinpW par  
 l'acilon d© la lumidre sobirc: lc cerbone l \* l^lc el l'oxi-  
 gène t^cliope Aon\* forme de goi.

2°. L'acide cncbofiH^iio. <p\*r l\*\* parlies cftlof&M des  
 végétaux out form^ avec l'oxfg^fi^ de llur, est en partie  
 dispersé dan\* l'aCinoAplrirr, en partie diotau.s dans l'eau  
 de végétation el entraîné avec elle, comme celui absorbé  
 par les racnos, vcrs IM parties foliacte\*, <A it est dé-  
 composé.

3\*\* L'«nu .-ilisorber par J\*s rncim^ cuntietit nw\* c«r-  
 taine quantité dr nmtirr\* soluble Yt^lalt\* on tuiimle.  
 ltrquello couijrtil iln carbnn^ : ro enrhow <M npporlr  
 par fa \*\*ve duns ION partifi vrtrr\* : il x cuinbin. pendant  
 In nuit arec ^oxig^o nb\*orU par dies; vt lr lendemain  
 cet aci d carbobique, orué ians l'acide, est décom-

posé; par la lumière solaire, comme si le carbone ne pouvait se diriger utilement dans l'air, sans nourricier (il n'est pas possible de la formation du gaz acide carbonique).

4\*. Les parties vertes des végétaux qui sont en contact avec un milieu d'air ou d'eau chargées d'une petite quantité d'acide carbonique, se décomposent et rejettent l'oxygène; mais une trop grande quantité d'un tel gaz (dans un espace clos) finit par étouffer la plante.

Ainsi l'acte de la photosynthèse, qu'on peut considérer comme la respiration végétale, est pour le végétal général de fixer le carbone dans l'eau, tandis que dans la respiration animale on a pour résultat général de libérer le carbone dans l'air. Inversement, dans la photosynthèse, le carbone est fixé dans l'eau.

Al. Ad. Brogniart, dans sa mémoire (i) sur le rapport anatomique et physiologique de la respiration animale et végétale; il a observé que dans les parties vertes des végétaux feuillus, comme dans les algues et les phanérogames, on ne voit point de cellules épaissies, et que, par conséquent, l'air dissous dans l'eau, tandis que dans les végétaux aquatiques, les cellules épaissies de stomates, offrent des ouvertures pleines d'air, qui communiquent avec l'extérieur. De là il conclut que les premières, pour ainsi dire, à la manière des

Jr ninchies, c'est-h-dire, par le contact de Pair dissous dans l'eau avec la membrane des cellules, et les seconder par la manure des poumons, cVsl-fc-dire que Tair de Tat-roosphère pe\*n6tre dans les cavilds internes par ces ori-nces, et so trouve ainsi en contact avec la membrane des cellules. Il ne dit point s'il enlend appliquer cette niorie, ou i Facte par lequel les parties décomposent le 'gaz acide carbonic]ue et dc\*gagent Poxigène, ou k celui par lequel elles nbsorbent ro&igène, 011 h Tun et l'autre de ces acles.

Quant an premier, je doute quo les stomalos.y jouent un rôle néxessaire. En efler, i° legaz oxigène sVxhappc des ieuilles mises sous Tcau an soleil, aussi bien par cello de leurs surfaces qui u'ont point da stojnates, que par cellos qui en onf. «»Les fruits verts et charnus, qui n'ont point de stqmates, degegot du goz oxigene commn ceux qui en ont.

Quantau second, nous manquons dcfaupour ascoir une opinion \rnisemblable. i<sup>a</sup> Les qu»ntit&is d'oxig^ac absorbés pnr le\* fenilles pendant la unit ne sont pas JI beaucoup prè«, dans les expériences de M. d« Saussure, en rapport a\ec lc nombre comparatif de leurs >lqwttesj «t lors même qu'elles le seraient, on lie pOurrait en tirer de gran des conMI-qnnirps, puisque lo uoipbre des stomates »e rapporte a l'lu-iiduu de la surface, et la quantity d'oxigine absorb^ h la masse de la feuille. s° Il faudrnit savoir si les surfaces verles d6pourvue» de stj- inates, telles que les fruits cliaruus, ou certaines sur- faces do feuilfes, n'absprbent point tVoxi-rue nendani la

**Dans** cet 6tat de cnoics, u. ne me pacaSt. re4ter **avec certitudo**, 4es rapprochement 4c\*M;Ad. BroDgoiirt, que

la faculté qu'ont les cellules végétales, comme celles du pommier et des branchies des animaux, d'être en rapport avec l'air au travers de leurs membranes. Le reste de cette théorie invite à l'examen d'un nouvel examen, et je ne puis mieux le recommander qu'à celui même qui l'a conçu.

1. L'influence chimique de la respiration végétale sur l'atmosphère peut être, d'après les données précédentes, appréciée avec quelque exactitude.

Les végétaux vivants vicent l'air, 1° parce que toutes celles de leurs parties qui ne sont pas vertes forment de l'acide carbonique avec leur propre carbone et l'oxygène de l'atmosphère; 2° parce que leurs parties vertes absorbent pendant la nuit une certaine quantité de gaz oxygène. Je néglige ici à dessein la petite quantité d'azote exhalé par les fleurs, parce qu'elle est un phénomène temporaire d'une très-faible action.

D'un autre côté, les végétaux purifient l'atmosphère parce qu'ils exhalent pendant le jour une quantité notable de gaz oxygène, et qu'à l'époque où la végétation est plus active, les jours sont beaucoup plus longs que les nuits.

Lequel de ces deux effets domine sur l'autre? C'est évidemment le dernier, car la totalité de la végétation a pour résultat d'accroître la quantité de carbone fixée dans un végétal. Or, aucune molécule de carbone ne s'y fixe, sans qu'une quantité correspondante de gaz oxygène ne soit libérée dans l'air.

L'expérience confirme cette opinion. Ainsi M. Th. de Saussure a introduit dans un ballon fermé, plein d'air atmosphérique, une branche chargée de feuilles, qui tenait au feron, dont les racines plongeaient dans le terreau\*

Il a vu qu'au bout de deux ou trois semaines l'air du ballon contenait une quantité de gaz oxygène libre plus grande qu'avant l'expérience. Pour réussir dans celle-ci, il faut avoir soin que la branche n'occupe qu'une petite partie de la capacité du ballon, qu'elle tienne au honc et aux racines qui doivent lui fournir l'acide carbonique, et qu'elle ne soit pas allée par l'humidité stagnante dans le ballon par suite de sa propre évaporation.

Ainsi l'expérience aussi bien que la théorie tendent à prouver que les végétaux vivans augmentent chaque jour la quantité de gaz oxygène libre de l'atmosphère. Cet effet est la compensation de l'oxygène absorbé par la combustion, la respiration animale, et l'absorption qu'en font les végétaux morts ou mourans. Les vents mélangent sans cesse toutes les parties de l'atmosphère de manière à en faire un tout homogène, quoique l'une des causes puisse, dans certains lieux, l'emporter sur l'autre. C'est par ce mécanisme que se maintient fixe la quantité de l'oxygène atmosphérique; et ainsi des humbles fonctions de la vie végétale, nous pouvons nous élever jusqu'à ces grandes idées de l'ordre universel du monde.



## CITAPITRE VI.

*Des Sites descendant en général.*

LES sue\* nqncntf pompés par IPS rncincs se sent élevés  
oux parlies foliacees; *Ik* iU out subi deux elaborations;  
line gran do partie de Tean s'est 6vapor6e, et la decom-  
position de l'acide çarbonique a fixe du carbone dans le  
F&idu. De ccs deux chngemens , il r&sulte la formation  
d'un sue nouveau, dont l'existence est moins ^vidente  
que celle du sue ascendant, mais qu'on ne pent r6vo-  
quer en doute.

Si Ton fait *h.* r^corce d'un nrbit\* txojrènr *nut:* i-uiuille  
circulaire en ibrme d'nneau , il se ibrmo an bout de peu  
de temps une tumeur au-dessus de rentaille; cette tumeur  
grossit; si l'entaille est tr^s-étroite, In tumeur, en s'ac-  
croissant de baut en bas, rencontre la l^vre inferieure  
de la plaie; la communication se rétablit, et l'arbre con-  
inue *h* vivre comme *k* [l'ordinaire. Si l'anneau (^corc6 est  
large, la lihneur ne pent rétablir la communication, et  
alors elle continue ^ grossir, jusqu'h cequ Vnlin la branche  
(ou Tarbre, si on a opéré sur le tronc) finisse par  
p^rir aprés un temps variable, selon les esp^ces et les  
circonstances. Cette experience capitalc (connue sous  
lc noin de *section an nu la ire* de IV'Corcc) a 6i& fort 6ludiee  
par Duhamel, et plus r<!ccmiuenl par MM. Du Petit-  
Thouars, Beauvois, Knigth, etc. Suivons-en les details ,  
pour en dlduire emvite les consequences.

Si on opère cette section sur une branche dépourvue de feuilles, soit parce qu'elles ne sont pas encore nées, soit parce qu'on les a enlevées artificiellement, il ne se forme point ou presque point de bourrelet à la fêve spongieuse, à moins, peut-être, qu'il ne s'agisse de végétaux, dont la corce est verte et foliacée, comme, par exemple, l'*Sphædra* ou le genêt d'Espagne. Dans ce cas, le bourrelet se forme, parce que le parenchyme cortical paraît jouer le rôle du parenchyme des feuilles. Lorsqu'on opère la section sur des branches inégalement feuillées, la grosseur du bourrelet de chacune d'elles est semiblement en rapport avec le nombre des feuilles.

Si on a enlevé toutes les feuilles au-dessus de la section, et qu'il vienne à s'y développer un bourgeon dont les feuilles commencent à végéter, alors on voit aussi le bourrelet qu'on commence à se former.

Il est difficile de ne pas conclure de ces faits, non par tous les observations, que quelque matière élaborée dans les feuilles descend en tout ou en partie le long de la corce, & que, dans les cas cités tout à l'heure, elle est arrêtée par la section annulaire.

Les mêmes résultats que donne la section annulaire (la corce se présente lorsqu'on fait une simple ligature ou une compression annulaire. Quelques-uns, trop frappés de cette expérience isolée, ont pu vouloir l'expliquer, en admettant que la lymphe monte par tout le corps ligneux; que la compression, agissant aussi sur l'aubier, empêche son ascension par la circonférence, en permettant celle du centre, et que cette lymphe centralisée, en se portant à la circonférence, détermine le bourrelet. Mais on reconnaît l'erreur de cette explication en ceci:



et cut ainsi une bouture inverse, e'est-à-diro, ayunt lo bout originaircment sup<sup>r</sup>ieur enraciui et enfoned en terre; il fit une nouvelle section annulaire & eelte bouture, et il assure que le bourrelet se forma au bord inférieur de la section, la branche, scion lui, ayant conservé l'habitude qu'elle avait prise dans sa position originelle. Ce fait tendrait aussi à prouver la contractilité vitale de la Scorce; mais j'avoue qu'il est si contraire aux probabilités, que l'expérience a besoin d'être répétée et analysée avec soin. Elle est en particulier en opposition avec l'observation de M. Knight (1) sur le bourrelet qui se forme au-dessus des jeunes branches dans un groscillier rouge planté en sens inverse.

L'écoulement de la sève; qui découle des feuilles vers les racines, paraît favorisé par deux causes mécaniques: ainsi, M. Knight (2) a vu que les bourrelets deviennent plus gros dans les arbres agités par le vent; quoique la tige grossisse davantage en un lieu donné dans un arbre agité que dans un arbre resté immobile, et que dans ceux auxquels on permet du mouvement dans un seul plan; dans ce dernier cas, la lige offre une coupe elliptique, ayant le grand axe situé dans le sens où le mouvement étoit possible. La différence des deux arbres dans l'expérience citée étoit comme 10 à 11.

Que cette matière descendante serve à grossir le végétal; e'est ce dont on ne peut douter: si° parce qu'elle vit évidemment dans toutes les parties voisines de celles où nous savons que l'accroissement & l'exercice;

(1) Philos. traitu., t. 4, p. 187.

(2) *Ibid.*, t. 3, p. 377.

2° parce que la partie située au-dessous de la section annulaire croît moins que celle qui est au-dessus. M. Albert Du Petit-Thouars (1), en particulier, cite un poirier auquel il avait fait trois sections annulaires; la branche avait acquis 181 millim. de circonférence au-dessus de la section, et il'en avait que 108 au-dessous. M. Pollini cite plusieurs faits analogues. Un ailante, qui avait subi au printemps la section annulaire, se trouva à l'automne avoir une circonférence de 17 centim. au-dessus et 13 au-dessous, et toutes les expériences de tous les auteurs sont unanimes sur ce point.

Non-seulement ces deux parties de l'arbre présentent une inégalité de grosseur, mais elles offrent aussi une inégalité de densité spécifique. Ainsi M. Knight (2), après avoir opéré la section annulaire sur un chêne, dont le bois avait en moyenne une pesanteur spécifique de 112, le bois (étant 100, a trouvé que celui situé au-dessus de la section pesait 114 et celui au-dessous 111. Il a vu de même qu'un sapin qui avait subi la même opération avait une pesanteur spécifique de 0,700 au-dessus de la section, et de 0,491 au-dessous. M. Du Petit-Thouars assure dans sa réponse à M. Dutrochet (page 27), que le bois parfait est plus léger que l'aubier, et semble admettre (si je l'ai bien compris) que la partie au-dessus de la section annulaire est plus légère que celle qui est au-dessous. La cause de cette contradiction serait-elle qu'il a comparé de l'aubier plein de sucs aquifères avec du bois qui en est privé, tandis que tous les physiologistes ont comparé le bois et l'aubier,

1) Sixième c. 41.

(2) *Philos. trans.*, 1806.

ramenés par la dessiccation à leur poids naturel. Indépendamment de IVJU \*jui pciij s'^Lrouver cmtenu. M. PoMiu {&igg.t0, page iS?)\* t(ui n tV-justc LVspcience d? M. Knight, n oblenu !i> luemcs p&ttltals quo lui\* AIIM, k poid\* spikifitjuo d<f \$T<n »rl>n^ oti-dr-s\*iis et wu-dessous de In section ammlajre a ttr :

Platiff an-df>sus. 0,9471; MI<faiOllSv 0,87\*4

Figuier, 0,9515; 0,8678

Marroni\*\*r d'Indc . cr,048g; 0,3365

r m IT \^MJCfCJ n } ^\*j\*#<p-ww^T yf ^v^y

Si nti centrum: In communication w itHal>lli cnirc lm deux J>ortJ< de lo |\*l<in, Its tVuultut sciuMoroil ^inverse du prucidvnl, il le fait cil^pi-r M. Pnllni <#/, bico exact: il dit flvwr li\*omt^ dans ce cas, Mir KD poirier, la pesan- tOAP spi;ciii^ur dfl »,\*> ir\*S au-dessus. \* t d 0,8537 au-dessous il e la 9e.Cli0Vi i'«\* .. ^J''' j^ conserve des doutes sur ceUo dt-riiu'-rr ,«s<iiTlioQ.

LorsfjiToii t^ nirve lJ loUlile d\*- IOCOPCJ: d a n trofte , ! nc M: foruiv |>lu> d^l coudie\* iu>uvdle\*; us i^ il par que la malfriT dlabor^o dan\* I\* ^ IbiuRe\* descend par]\*au- bic-r en plusi gi'^ndr proportion \*ju\*i furcliuiar^ t carfap- b|er sVudiircjt at| boi'J d'un ^n ,m pniit dp prendh\* 'n dureté du boi-. \* li Lie experifiico dt\* BuJTon esl Impor- tante pour U itcorie; cflc Ta clopour la pratique moins qu'on tic Taiatt c^ptVu f porce quo I\* bois f ainsi icon té et exposé à l'air, se dessèche -devient, dit-on, cassant et de mauvaise qualité p.mr leh ci>n>lnrli(>Dii. O<A oh- j>'cl ions atirnienf encore besoi i>d\*«Uro \*ou 111\*50\* h lex ariien ; niajs ji' dots tne homer ici « In pnrti\*<sup>1</sup> physiolo^iific du

Quelle idée doit-on se faire de cette matière formée dans les parties (clichés, et qui\* descend dans l'écorce et l'aubier des exogènes? Est-ce une matière alimentaire élaborée par les feuilles, comme Font cru jusqu'ici les naturalistes? Sont-ce des fibres qui descendent des bourgeons comme si c'était leurs racines, et qui reçoivent leur nourriture des lissus qu'elles (raversehl, ainsi que l'a jadis avancé de La Hire (1), et que Font plus récemment soutenu AIM. Du Petit-Thouars (a) et Poiteau (5) ? Cette discussion, dont j'ai exposé les principes dans *l'Organographie* (vol. I, page 5) se représente ici sous le point de vue physiologique.

M. Du Petit-Thouars (4) affirme que *les feuilles nourrissent plus du tout la plante*. Si par cette expression il veut dire que les feuilles, dans le cours ordinaire de l'végétation, ne tirent pas de l'atmosphère la sève habituelle, je suis de son avis, et n'adviets point l'opinion de quelques jardiniers et de M. Fournier sur cette prétendue absorption habituelle d'eau par les feuilles; mais s'il veut dire que les feuilles ne sont pas les organes qui élaborent la sève pompée par les racines, et qui forment un suc descendant propre à nourrir et à développer le végétal, je ne saurais partager cette opinion, et je crois qu'il est seul à la soutenir. Aussi je ne saurais adopter la conséquence qu'il en tire, à la page 3 du même écrit, que l'effeuil-

(1) Mémoires de l'Académie des sciences de Paris pour 1708.

(2) *Essai sur la végétation: Histoire de la culture de bois, etc*

(3) Mémoires de l'Académie des sciences, 1851; et divers Mémoires de l'Année de Fromont et de la Société d'Horticulture de Paris

(4) *Reposée R. M. Duttochet, p. 44.*

laison des arbres sera it un moyen de faire augmenter leur diam<sup>^</sup>tre; je pense, au contraire, que c'est un moyen certain de diminuer leur accroissement; et tout au moins les cultivateurs des arbres effeuillés par les vers *h* soie seront de mon avis.

Si les feuilles ne nourrissent pas *du tout* la plante, comment concevrait-on et l'universalité de cet organe, et la foule des observations et des expériences qui constatent son importance, et l'arrêt de la croissance des végétaux qu'on en prive, etc. ?

Comment, en particulier, expliquera-t-on le rôle immense des feuilles sur la formation du bourrelet supérieur de la section annulaire, si l'on croit que cette formation est due à la formation des bourgeons ?

Comment conciliera-t-on cette opinion avec ce fait, que l'accroissement du bourrelet n'est pas plus actif au temps du développement du bourgeon, mais est en rapport avec la formation des feuilles et avec celui-ci, *notamment* par M. Fournier (1), que l'accroissement du diamètre du tronc a lieu dans les arbres dépouillés artificiellement de leurs bourgeons, et n'a pas lieu dans ceux où on a laissé les bourgeons et enlevé les feuilles ?

Peut-on nier que le Taubier ne s'endurcisse par l'effet de la nourriture qui vient *des parties supérieures*; puis qu'en outre autres preuves, quand on empêche celle-ci de passer par l'écorce, et de former de nouvelles couches ligneuses, le Taubier prend en une année la consistance du bois? Supposera-t-on que ces prétendues fibres descendantes se sont fait jour au travers de l'écorce pour le dur-

(1) Essai sur la formation du Taubier, par M. Fournier, 1812, p. 69 et 66.

cir ? et n'est-il pas plus simple de croire que c'est un suc liquide qui a pu s'imbiber ou s'extravaser dans l'aubier tout, en tier?

Tous les jardiniers savent, dit M. Knight (J), que, lorsqu'on coupe le haut d'une branche d'arbre fruitier n'a pas de feuilles, les fruits ne mûrissent pas ou mûrissent mal. Pour démontrer l'influence de la sève descendant sur les fruits, ce savant fit l'expérience suivante : un pêcher avait, par suite d'un mauvais temps, perdu toutes ses feuilles, sauf deux, qui se trouvaient sur des branches sans feuilles. M. Knight eut l'idée de greffer par approche et au-dessus des fleurs la branche qui portait celles-ci avec une branche qui avait beaucoup de feuilles, et les fruits mûrirent très-bien. On ne dira pas sans doute que ce fut par des fibres venues d'en haut que ces fruits furent nourris, mais bien plutôt par l'ascension de la sève descendante par les feuilles, ou celle des sucres ascendants par elle-même.

L'un des réquitals de la section anulaire est de mettre la partie de la branche supérieure de cette section dans l'état de force ou d'exubérance de nourriture; les fruits y nouent plus facilement; les tubercules y grossissent davantage; le corps ligneux y devient spécifiquement plus pesant. Tout cela est intelligible, si le seul résultat de la section est d'arrêter la descente des fibres radicales des bourgeons. Mais quelle idée peut-on se faire de ce phénomène? Les fibres descendant-elles mêmes ?

Ces fibres forment, dit-on, la couche extérieure du corps ligneux; mais il faut qu'il y en ait aussi qui for-

ment la couche intérieure de l'écorce. Chaque bourgeon devra donc fournir *Scux* sortes de fibres, et non une seule; ces fibres auront de certaines structures, de certaines propriétés, tant qu'elles feront partie du tronc; *h'* instant où elles franchiront le collet, elles prendront d'autres qualités. Cela se comprend quand on admet que la racine et la tige sont deux corps distincts; cela ne s'entend pas quand on veut que ce soit un seul et même corps.

On prétend que les racines adventives qui naissent de tous les points de la tige où il y a abondance de nourriture, ne sont autre chose que les fibres des bourgeons qui se font jour pour sortir, tandis que je soutiens avec la grande majorité des savants que ces racines sont seulement nourries par le suc descendant; mais comment ces fibres, qui étaient auparavant purement ligneuses ou purement corticales, deviennent-elles subitement un cylindre régulier de bois entouré d'écorce ?

Si ces racines adventives sont des produits des bourgeons, comment en voit-on naître le long du pétiole d'une feuille de haricot, de chou (1), de *figus e last lea* détachée de sa tige, et placée dans un sol humide ? Ici il n'y a point de bourgeon; mais la feuille se développe, et concilie à la nourriture, qui, dans ces cas, comme me donne tous les autres, fait éclore les germes latents des racines.

M. Poileau (a), qui a embrassé l'étude de De La Hire et de Du Petit-Thouars, croit en trouver une nou-

(i) *Bibliothèque de la Société de Médecine*, t. VI, p. 75.

(a) NOUT. épiphytes. des directions, etc., dans les Annales de la Société d'Agriculture de Paris.

velle preuve dans ce fait, que , lorsque les paliniers poussent des racines adventives par le bas de leur tige , les premières sont les plus extérieures, et les suivantes naissent plus à l'intérieur, c'est-à-dire, là où, selon lui, aboutissent les nouvelles fibres. J'observerai que je pourrais dire tout aussi justement que les racines naissent là où se dirige le suc nourricier; et je vois, en effet, que dans les endogènes, comme dans les exogènes , les racines adventives se développent dans la direction d'abondance de nourriture , dans quelque position que ce soit. Ainsi, dans les rhizomes des iridées, des fougères ou de *Vallisneria spiralis*, les nouvelles racines naissent en avant ou au-dessous des anciennes; et M. Poileau ne niera pas, je pense, que ces rhizomes ne soient identiques avec les liges\*

M. Bayle-Berrelle et Morelli (i) ont vu que , si on coupe une lige de pomme de terre près de sa base, de manière que le haut de la tige ne communique avec le collet que par une lanière étroite , alors il se forme des tubercules le long de la partie aérienne de la tige, aux aisselles des feuilles. Dira-t-on que ces tubercules sont formés par des fibres descendantes , quoiqu'il y en ait peu ou point visible dans leur tissu ? et ne sera-t-on pas plus disposé à penser que le développement de ces tubercules provient de la surabondance de la matière nutritive qui découle des parties supérieures, et qui se trouve arrêtée dans sa route ?

M. Du Petit-Thouars\* prétend que les fibres descendent des bourgeons jusqu'aux racines avec la sève de l'é-

---

(i) Morelli et Guicciardi *Memorie di fisiologia-bouvi-efs*, 1831, p. 17\*

lectricité. Traduisons cette phrase en un langage non métaphorique : cela veut dire qu'elles passent tellement vite, qu'on ne peut voir leur passage; que, par conséquent, on ne peut savoir ni si elles descendent, ni si elles montent, ni si elles sont une production des corps ligneux et cortical dans toute l'étendue. M. Alex. Fischer (1) rend l'hypothèse un peu moins difficile à admettre, en supposant que ces fibres descendent & un instant de temps tel, qu'elles s'échappent à la vue, et qu'elles grossissent plus tard par la nourriture interne par les prolongements multiples. Mais une foule de faits tendent à prouver l'influence des feuilles sur cette nutrition, et rien jusqu'ici ne démontre celle des rayons multiples isolés.

On raisonne toujours comme si les Lois et l'Écorce étaient uniquement composés de fibres; mais ils sont composés de couches, de couches dont toutes les parties sont continues, de couches composées elles-mêmes d'une zone cellulaire et d'une zone fibreuse. L'hypothèse ne rend raison d'aucun de ces faits; elle n'offre aucune analogie<sup>1</sup> en sa faveur dans aucun rôle; tandis qu'en admettant que les dernières couches ligneuses forment de nouvelles couches semblables à elles, nous rentrons dans des catégories de faits connus, et dont les multiplications de zones concentriques nous donnent fréquemment l'idée.

Tout ce que la question se réduit donc à ceci : où il descend du haut de l'arbre des rudiments de fibres qui seront nour-

---

(1) Bull. de la Soc., d'hist. nat. de Moscou, 1819\*

rics et développés par des sucs venant intégralment des corps ligneux et cortical, on il se forme des couches développées par les couches préexistantes, et qui seront nourries par les sucs descendans formés dans les feuilles. Lorsqu'on greffe un arbre à bois blanc sur un arbre à bois rouge, la zone nouvelle qui se forme conserve au-dessus de la greffe la couleur de la greffe, et au-dessous celle du sujet. MM. Du Petit-Thouars et Poiteau croient expliquer ce fait, en disant que la nourriture, arrivant naturellement, doit donner ces couleurs aux fibres ou cellules descendantes et homogènes d'un bout à l'autre d'un arbre composé de deux espèces. Cette réponse suppose que les cellules reçoivent leur nourriture toute faite, et ne sont que de simples réservoirs où elle se dépose; mais c'est là, comme me nous le démontrons plus tard, une erreur. Chaque cellule est un corps artificiel, qui reçoit un fluide nourricier homogène dans tout l'arbre, et qui élabore ce suc à sa façon, comme les glandes savent tirer des liquides divers d'un même suc. Si donc au-dessous de la greffe les cellules élaborent le suc nourricier en rouge, c'est que ces cellules sont d'une nature homogène avec le sujet, et par conséquent tirent de lui leur existence, tout comme celles qui au-dessus de la greffe l'élaborent en blanc, tirent leur origine de la greffe. Ainsi, les lois de la physiologie sont encore plus contraires à l'hypothèse de La Hire que celles de l'organographie.

M. Du Petit-Thouars se fonde encore sur ce que, selon lui, il y a continuité absolue entre le bourgeon, les fibres ligneuses et les racines. Je vois, au contraire, les bourgeons naître à l'extrémité des rayons annulaires; je

vois, d'accord avec M. Knight (1), les racines adventives tenent au corps ligneux (2) par un filet qui en sort à angle droit; et quant à la continuité, elle se trouve dans tout le tissu végétal, tant est grande la facilité de la soudure de leurs organes intérieurs! Direz-vous que c'est le gui qui brûle le tronc du pommier, parce qu'il y fait continuité entre leur tissu ?

M. Pollini (3) a vu en particulier se former des zones ligneuses\* et corticales très-mêlées, il est vrai, et mal nourries, sous des lambeaux d'écorce qui ne tenaient à l'arbre que par le côté latéral. Les fibres de ces couches n'étaient donc pas une continuation de celles des parties supérieures.

J'avais cru (4) que cette question pourrait être résolue par l'examen du bourrelet ligneux qui se forme au-dessus de l'incision annulaire, et que ce bourrelet n'offrirait qu'une masse homogène, s'il ne descendait que de la nourriture, et dans quelques distiches, s'il descend des fibres\*. J'avais sollicité M. Du Petit-Thouars lui-même de faire l'expérience, ignorant qu'il l'avait déjà faite (5). Il m'a dès-lors communiqué la moitié d'un tronc de buis, dont il a donné la figure. On y voit un bourrelet ligneux, dans lequel on observe quelques traces sinueuses, qui peut-être sont des limites de couches, ce que, vu leur

(1) *Phil. trans.*, 1805, p. SJJ.

(2) DC. Mini, sur les Incrustations des arbres; *Ann. del Sc nat.*, vol. VII, pl. I, *Fig. a.*

(3) *Saggio*, p. ii 5.

(4) *Organographie*, vol. I, p. 106.

(5) Réponse aux objections, avec un planche sans numéro ni date.

irregularity, on pourrait contester. Mais l'examen réfléchi de ce morceaumême, etsacomparaisonavec d'autres expériences, m'a prouvé que j'avais attaché trop d'importance à cette expérience, lorsqu'on la considère sans regard avec Vital de l'aubier mis à nu. En effet, si les couches nouvelles sont produites par les couches préalablement existantes, elles ont dû, pendant les dix ans que l'expérience a duré, se développer par l'effet de la nourriture descendante; mais elles ont été gênées dans leur croissance par l'arrêt de cette nourriture, due à Vital de la disorganisation, déterminée dans leur aubier par la dessiccation de la partie intérieure mise à nu. Au-dessous de la section annulaire, les nouvelles couches ont donc dû ne pas se développer, on se développerait à l'inverse, parce qu'elles ne recevaient d'en haut aucune nourriture, ni dans leur écorce qui était interrompue, ni dans la zone extérieure de leur aubier, située au-dessous d'une zone desséchée, et, comme l'a dit M. Du Petit-Thouars, on observe, en effet, dans sa nature: c'est, en effet, ce qui est arrivé. Ce qui corrobore l'explication que j'ai donnée tout à l'heure du fait observé par M. Du Petit-Thouars, c'est que si on fait la même observation sur des arbres qui croissent plus vite, et en ménageant l'aubier mis à nu, on a un résultat contraire. Ainsi, M. Pollini (1) a vu dans divers arbres, sous la section annulaire, se former en un point une nouvelle couche, qui ne dit rien que par son épaisseur moindre de la couche formée au-dessus de la section. Ainsi, dans un aubier, les couches au-dessus de la section étaient triples

---

(1) *Scgfo*, p. 146.

on épaisseur de celles au-dessous; dans un niaryonier et un poirier, elles étaient sextuples; c'est que l'aubier non disorganisé avait permis au suc descendant de nourrir la nouvelle formation développée sous la section d'Y\* - corce.

Le *in fine* physiologique (p. 98) fait encore une objection puissante contre l'hypothèse de M. Du Petit-Thouars. Dans les mûriers qu'on épluie, on *force* les bourgeons axillaires *h* se développer, et par conséquent il y a dans l'annexe double développement de bourgeons. Donc il devrait y avoir double couche ligneuse formée, ce qui n'a point lieu, et même la couche unique qui se forme est plus mince qu'habituelle; elle est donc moins bien nourrie avec deux développements de bourgeons, mais peu ou point de feuilles, qu'avec un seul développement de bourgeons et les feuilles ordinaires.

Dans les endogènes angiospermiques, la section annulaire du parenchyme externe, que quelques-uns veulent considérer comme une écorce, ne produit aucun des résultats que nous venons de mentionner; il n'y a point de bourrelet produit, et comme on sait d'ailleurs que les parties nouvelles de ces végétaux sont situées à l'intérieur et non à l'extérieur du tronc, il est vraisemblable que le suc nourricier descend par ces fibres nouvelles qui représentent l'aubier dans les exogènes.

Pour achever ce qui est relatif à la section annulaire ou circoncision des branches des exogènes, il faut donner quelque attention à ce qui se passe au bord inférieur de la plaie circulaire. Celle-ci grossit aussi un peu, et il est surtout digne de remarque que les bourgeons latents, situés un peu au-dessous de la plaie, s'y développent sur ?

Lout a Ta seconde année, avcc assez de facility, do telle sorte qa\*on voil nnttre sous la section annuloirc plnsde pt tiles branches (\u'h l'ortlinaire. Les deux cflcU paraisseat eMtJeninient produits par la sere ascendants, U seulc qui puisc se dirigerdans ce sens; mais cello seve ne passe pas en général porl'ecorce, et voici comment jc pense qifon doit se repdtxj comptc de ce pbdnoriitnc , iDcnLjoun^ en particulierjar MM. Knight\* F6burier.et Pollini,el sur Irqucl M. Michel! de Qiateaufleux a aussi attinSrallenlion de la Socioil de physique de Geneve (•). L'enl^vcment de Punneau cortical met h DU une portion d'nublcr qui» expos^e ntusi h l\*air d'uue miini^e inteuj' pestive, se dessfche et ^aJtere l\ Ye||6r'ie<ir; cc qui, comme le monlrent toutes les experiences, gSpe le mouvement de la seve dans Taubier, soil a la dRnlcc, soit a la descimilc, La s^ve OHI monle dans Jc corps ligneux continue sa routR dan\* ie ccnirc; mais celle qui devait passer QU ho/d de Taubier cd^lrrctce au-deisous de la section. Elle petit eprotivcr ;«IOPS deux actions : dVn c516, lv.tissu cclliilotre de Tecorco, s'il est vert, et SUP-tout s'il est muni dc stomatcs, alt ire a lui une portion de cclte sfcve; de i'autre » Ics bourgeons sllues dan\* CCtle partie de Ticorce, et qui ont letirs bases implanteees sur l\*ai:bier, recevant plus de nourriture , tendent h se dtivelopper; cc qui fait gonfltu\* Tecorcc autour d'eux et de'teroiine la sortie des nouvclles branches, Cet effet esl analogue a co qui se passe, lorsrpi'im cuupe la ^ommitc d'une brauche; on fore.<sup>1</sup> pnr-la les bourgeons voisins du

(1) Mem. iocviit Ju k 1« Soc de JIII J. vi d'imt. Dal de Geneve.

sommel *h* se développe. Certainement ces bourgeons ne sont pas développés par la sève descendante, mais bien évidemment par la sève ascendante, la seule qui en général favorise le développement des parties caulinaires,

au contraire la sève descendante qui favorise le développement des racines. Aussi\* lorsqu'on place la section annulaire dans de la terre ou de la mousse humide, on voit des racines sortir du bourrelet supérieur de la section annulaire. MM. Joret et Dyon (1) sont arrivés à la même conclusion (le développement des racines par la sève descendante) par une autre expérience. Ils ont eu deux branches de *Pinus* dans l'eau: Pune, à laquelle on a laissé pousser des feuilles, a aussi produit des racines; Tancre, à laquelle on enlevait les feuilles & mesure (qu'elles poussent, n'a point poussé de racines; celles-ci sont donc développées par la sève formée dans les feuilles. C'est la théorie de Cotte et de Lounsbury sur laquelle nous reviendrons plus tard.

Ce double rôle des deux sèves a été fort bien vu par M. Fournier. Mais\* il doit faire remarquer ici que ce que j'appelle sève descendante est fort différent de ce qu'il entend sous ce nom; il croit que les feuilles pompent de la sève dans le tronc, comme les racines l'ont dans la terre, et il appelle sève descendante ce sève pompé par les feuilles; je pense au contraire que les feuilles ne tirent point d'eau

(1) *De nonnaldii physivL-'bQtan'xii\* Ticini, 1835 t p 3^*

de l'atmosphère, si ce n'est dans des cas rares, forces, et d'où l'eau & l'al liquide est en contact avec une feuille flétrie. Vouloir conclure de ces cas contraires au cours ordinaire des choses, ce serait, comme je l'ai déjà dit, comme me l'a dit en physiologie végétale la même erreur, que si Ton soutenoit dans la physiologie animale que l'anua est un organe ordinaire de nourriture, parce qu'on a vu certains individus dont l'existence a été soutenue quelques jours\* au moyen de lavements nourrissants. Je nomme donc *sève descendante* ou *sue descendant*, le sue qui est formé dans les organes foliacés au moyen d'une partie de l'eau qui y est arrivée des racines, chargée de principes que l'action de l'atmosphère a rendus nutritifs. Mustel lui donnait le nom de *sue atrienne*, pour désigner son origine; il a cherché à en démontrer l'existence, en adoptant un entonnoir plein d'eau colorée & un arbre\* vers son sommet, & l'ontrê de la nuit vu alors l'eau colorée se suinter dans le corps ligneux pendant, tandis qu'avec le même appareil, pendant le jour, la sève colorée *Mont* aspire dans le sens ascendant. Si cette expérience est bien exacte, elle ne prouve autre chose, sinon que les sues imbibés dans les boissons appellés au sommet par les jeunes organes foliacés, lorsque ceux-ci sont excités par le soleil, suivent l'impulsion de la pesanteur quand ces organes sont en repos; mais ce n'est pas ce sue aqueux, d'où qu'il provient, qu'il faut entendre sous le nom de sève descendante. M. Fournier, croyant cette sève n'être que l'autre; s'est donné beaucoup de peine pour la recueillir, et, de son propre aveu, il n'y a réussi que d'une manière imparfaite et même douteuse. Quant à moi, j'ai toujours allégué, et j'ai toujours eu le même résultat

que M. Mirbel (1), c'est-h-dire, que je n'ai TU d^couler aucun sue liquide de la face supérieure des entailles faites au tronc des arbres» h moins qu'on ne donne ce nom ou i certains sues propres extravasés, ou h la matifere qui s'organise peu h peu dans les cellules en matifere ligneuse, ou au cambium, c'est-&-dire, 5 ce sue visqueux et peu fluide si visible au printemps entre le bois et l'écorce, qui paraît contenir les rudiments des nouvelles couches ligneuses et corticales, et inutile, plutôt, comme Pa tr&s-bien dit M. Mirbel (s), le nom de lissu que celui de sue.

Je crois avoir établi dans cette discussion, 1° qu'il descend de la nourriture h Pilat liquide du haut des arbres exogènes vers le bas; 2° que rien ne prouve que les fibres descendent des bourgeons, ni que ces parties des fibres soient les racines des racines, et surtout des racines adventives; 3° que les courbes ligneuses et corticales proviennent sans le sens lateral du cambium fourni par les couches primitives; 4° que les courbes ligneuses et corticales sont nourries par le sue descendant; 5° enfin il y a des germes de jets caulinaires essentiellement développés par le sue descendant, et des germes de racines développés par le sue descendant.

Les faits et les considerations que nous venons d'exposer tendent h prouver que des sues descendent des parties supérieures des végétaux vasculaires vers leurs parties inférieures; mais ces sues sont loin d'être homogènes. Les uns, tels que les matières gommeuses et autres analogues, sont très-semblables à eux-mêmes dans tous les

---

(i) M&n. sur les fluides des végétaux, p. 7.

{7) Bull. Sor. philom., 1833.

et les autres; les autres sont prodigieusement divers par leur composition et leur histoire. Quel rôle devons-nous attribuer à chacun d'eux? C'est la question la plus difficile de la physiologie végétale. Pour tenter, sinon de la résoudre complètement, au moins de l'éclaircir et d'en préparer la solution, nous allons nous livrer à quelques considérations générales qui pourront bien paraître hypothétiques au premier aperçu, mais que l'examen détaillé qui suivra immédiatement, pourra corroborer.

\* Les sucs qui descendent des parties supérieures remplissent évidemment deux rôles : 1° ils nourrissent et développent les parties; et 2°, ils forment des produits spéciaux dans des places fort diverses. Les premiers semblent, à certains égards, analogues au sang des animaux; les seconds à leurs sucres: cherchons à les distinguer, sans attacher trop de poids à cette analogie

---

## CHAPITRE VII.

### *Des Sues nourriciers.*

#### §. *ft.* De Sue nourricier en'g&ióral.

LE sue qui dans Ics végétaux ressemble au sang des animaux, sous ce rapport qu'il determine l'accroissement et l'alimentation des organes, se forme évidemment dans Ics parties foliacies; c'est ce qui résulte du chapitre précédent. «.

Ce sue doit exister dans tous Ics végétaux vasculaires sans exception, jusqu'à ce qu'ils s'accroissent et se nourrissent: par conséquent tout sue trop spécial ne pourra être considéré comme tel.

L'accroissement et l'alimentation ayant lieu simultanément dans l'animal et dans l'arbre, il faut encore que le sue nourricier soit parmi ceux qu'on trouve dans ces deux organes.

Ce sue, quo nous considérons comme l'aliment général de tous Ics organes, et qu'on peut comparer au chyle, ou mieux, au sang des animaux, devra être de nature à ce que Ics végétaux ne souffrent jamais de son action; et par conséquent il est probable que tout sue végétal qui, dans certains cas donnés, peut agir comme poison, ne sera pas le sue nourricier proprement dit.

Ce sue, étant formé par l'action des orgues i</li>»,

lesquels re^oircnt do Peau et d6con^>osent de l'acido carbonique dont ils gardent le carbone, doit être essentiellement composé d'eau, ou die ses £16mens, plus une certaine quantity de carbone. Cette composition se rencontre dans toute la classe des inat£riaux immédiats des végétaux, quo quelques chimistes désignent sous le nom do *natives* , et que, d'aprfts les experiences de M. W. Prout, on peut considircr comme reprises par une molecule d'eau et une de carbone (1), et nommer *hydrocarbonis* (2) : il est probable que le sue nourricier appartient h cctte classe.

D'apr&s ces divers crilferes, je ne connais que la matière gomineuse qui puisse être consid&réc comme le sue nourricier des végétaux. En effet, i° elle est formée dans les parties foliac^cs : e'est ce que d&montrent tous les cas accidentels oil nous Ten voyons dcScouler; a° elle existe dans tous les v^g&taux vasculaires sans exception connue; 5° on la trouve dans tous leurs organes, et surtout dans l'écôrce , qui jou&Rvidemment un grand rôle dans la nutrition du bois et dans les sécr&tions; 4° sa qualité est favorable aux plantes qui peuvent vivre sans danger dans une solution aqueuse de gomme; 5° sa composition • qui semble n'être que de Teau condens^c et de carbone, r^pond h ce qu'on doit attendre de Faction

(1) Raspail, Journ. dessc. d'obs., III, p. 334-

(1) Le terme <e nebre est incommode on ce qu'il a eu de tout temps un autre *tens* , celui de u'être ni acide , ni alcalin : <insi, ces cor|>>, que je nomme *hydi\*ocarbon4s* (voy. le tableau U U fin du cLapitre "VIII) , se divisent en deux series : les un\* •out neulres dans l'ancicu sens du mot, et les autres sontacide\*.\*

immédiate des feuilles; 6° cette composition diffère fort peu des mures, qui par leur universalité paroissent la base de la végétation; et l'expérience montre que ces mures sont susceptibles d'être ramollies & dissolues de gomme par des opérations peu compliquées. Aussi M. Prout a-t-il réuni, sous le nom de principe saccharin, les sucres, les gommes, les fécules et le ligneux, qui peuvent tous être convertis en sucre par l'action de l'acide sulfurique étendu d'eau.

Pour mettre cette opinion sans tout son jour, je vais exposer d'abord l'histoire chimique et physiologique de la gomme, de la fécule, du sucre et de la matière ligneuse, et je reviendrai ensuite sur les considérations générales de théorie qui résultent de ces faits.

#### §, 2. De la Gomme.

La gomme, considérée si l'état de pureté chimique est une matière plus dense que l'eau (de 1,016 à 1,019, l'eau étant de 1,000), très-soluble dans ce liquide, où elle forme une dissolution épaisse, connue sous le nom de *mucilage*. Exposée à la chaleur, elle se boursouffle sans se fondre; traitée par l'acide nitrique, elle donne de l'acide mucique et de l'acide oxalique. Elle forme un précipité blanc avec la potasse silicique. Elle est insoluble dans l'alcool, les éthers et les huiles. Sa composition paraît être celle qui résulterait de l'eau ou de ses éléments combinés avec du carbone : la présence d'une très-faible quantité d'azote est une question controversée entre les chimistes. (Voyez le tableau à la fin du chapitre VIII.)

On obtient la gomme dans le plus grand état de pureté •

JorsquVIlc &coule naLnrellemaL Ac l'&rorce des arbrot. Celle exudation est loir jour\* iyorbide el accidentelle. Si la gamine rsi tine maittre stfer&ite, c'est une *excr6-* lion analogue sous ce rapport h colic des n^slitrs el dc\* gommes-rt sines; si oJTe oyt lr sue nourricier, cette er- sudation icrJiil IHC v^Htoile MiuoiThr^ie. CeUc dor- nitre opinion scubif? In plus probaht^, si Toll considtrO (jue *its* orbres f[ui do»ni\*nl de In gohime sont toujours dans un 6Ut maladif, *imdl*s quo crux qui stinlent dos cues r^Uiiiicux ii V' 11 parais^nt pfls Mii^iblpment slt^nsS\* Il est lout uolurel fiu\$ti qur Li gi^mmn\* soil pure, lorsqu'cllr sort ainsl extrtTfta^e, et qn^on la Irouve tn^long^c avec une foulta de produits divers, lorjcu'on la rcucnotre dans les organc\* wut-tntfae«« Uiiii, daos Ic r6gnc animal, lo sang qui\* jfillit dune ftiignta on d^une lirmorrhagie ett pur, ipndis tjue, \*i Ton lhi\*ait Tanalyve d'nn \iscire en masse (couime on lr fail M iQOToat'daili la chimie v^g6- tale) »on trouycrjiit le swig n^Uugi\* avec HOC foule dc matiire\*.

L« goirnrnr fiuale plu\* ir<^Ijuomri\*iiL dc certains végé- Uun qae d\*auUMf (jutju'ii'on en trouve dnns tonh les écorc •\*. On j>e\ u Hgtiattr sous ce rapport , r lcs nrbre\* nt arbmseaiivdon fomill<>sd<^Auktetiaea,dc»rosac les et dc\* uMmitliactfos , families vbisines oirt; ellr\* soualr rapport boUnique, ol tjui onl atufi ce rapport cbimique, que Irurrrore coitionl beanroup do m\*ti&ro\*taniiailtc\* Parau lc^ ligunoinpuw?\*, on |>cul »i^nmKT IP<sup>s</sup> gommes Brabirjur; et flu Si\*ncgij)» \*|ni pro^icnuout de plusieurs acacju^; Ugoaime adrag.ii>\*. prxlniU-par pluieur< ••• tragales ligneux, et qui est très-remarquable, parce que , mise co uiorci\*aux Jans IVon, ello &c buirsouflk exces-

sivement sans se fondre (1). Parmi les rosacées, la gomme du pays qui suit des cerisiers, pruniers, pêchers et abricotiers, etc. Entre les térébinthacées, on peut citer *Yanacardium occidental*, qui exsude une gomme quelquefois très-recherchée par son abondance. J'en ai reçu d'Amérique (2) un échantillon pesant sept livres, qu'on m'assurait n'être que la sixième partie de la masse fournie par un seul point de l'arbre, qui en aurait ainsi transsudé quarante-deux livres par une seule fissure. Outre ces sortes de gommes très-connues, on peut citer la gomme dite *kutekra* (5), qui découle du *sterculia aversa*; celle du *feronia clephantum*, qui remplace dans l'Inde la gomme arabique\* et une foule d'autres inutilisables à mentionner ici. Ainsi la *kedrcutkra* donne, selon Paoli, une gomme analogue à la gomme arabique; la *sophora japonica*, une résine analogue à celle de Bassora, etc., etc.

Quelques chimistes, et notamment John et Thompson, ont défini la gomme proprement dite, dont la gomme arabique est le type, et la *circasine*, dont la gomme adragante et celle des rosacées pnyctales font partie. Cette cirasine se distingue surtout parce qu'elle est moins soluble dans l'eau, et que l'alcool et l'acétate de potasse n'y

(1) Ce phénomène tendrait-il à ce que la matière pnyctale y est encore enclavée dans les cellules ?

(2) Serait-ce la résine duinique du Thompson, Sv. 1 V. p. 80 ?

(3) J'ai vu M. l'ulcère erivur, l'ulcère tmd'iiivui \*ir iiuij>> on lui a donné en français le nom de gommogutte, qui appartient à un tout autre produit.

font pas de précipité. J'abonde dans l'opinion de MM. Chevreul et Tanard, qui réunissent ces produits au genre des gommés toute leur histoire est identique f sauf ces légères différences.

La *bassorine*, qui forme souvent la partie gommeuse des gommés-résines, pourrait bien aussi n'être qu'une simple variété de gomme; elle se retrouve comme forme importante dans presque toutes les gommés.

\* Si l'on suivait avec attention les produits des divers végétaux, on n'en trouverait presque aucuns qui fussent rigoureusement semblables d'une plante à l'autre : il faut donc, dans les genres (Umbellifères) parmi ces matériaux, admettre des caractères un peu différents, puis les subdiviser en espèces et variétés.

• Sous le rapport physiologique, on pourrait mieux admettre la distinction de *muqueux*, aussi proposée par Thompson, et rejetée par Chevreul et Tanard. En effet, le muqueux s'obtient par l'ébullition de la graine de lin (1), des racines d'*althaea* et des bulbes de *scilla non scripta*, etc, c'est-à-dire, d'organes assez différents de ceux qui laissent transsuder la gomme. Cette matière est plus évidemment azotée, et est susceptible de fournir de l'ammoniac et de l'acide prussique; l'alcool précipite le muqueux en flocons blancs, etc. Mais les chimistes français le réunissent comme espèce au genre des gommés, parce qu'il fournit, comme elles, des acides

---

(i) M. Gay-Lussac rapporte la gomme de la graine de lin à la gomme adragante. Cette opinion serait d'accord avec le soupçon judicieux plus haut, que la gomme adragante est de la gomme enfermée dans des cellules.

saccho-lactique et oxalique, quand on le traite par Pacide nitrique. Si, fondé sur la physiologie, j'osais avoir une opinion entre ces habiles chimistes, je croirais que le muqueux ne peut être un des niallriaux simples des végétaux, mais qu'il est un mélange d'une gomme ou matière analogue et d'autres principes. Cette matière, en effet, ne s'écoule point à l'état de pureté d'aucun végétal. On l'extrait en faisant bouillir très-long-temps des organes très-composés, tels que des graines ou des racines, et on obtient, comme quand il s'agit de l'extractif, un mélange ou une moyenne de produits divers. M. Vauquelin (1) est aussi conduit par ses expériences à un résultat analogue, puisqu'outre la gomme, il trouve dans le muqueux du lin, qu'il dit un des plus purs (a), un peu de substance animale, de la silice, des acetates et phosphate\* de chaux, des acetate, sulfate et hydrochlorate de potasse.

La *gelée* est une matière qu'on trouve dans tous les fruits acides, tels que les groseilles, et qui se distingue parce qu'elle est molle et transparente, peu soluble dans l'eau froide, très-soluble dans l'eau chaude, et qui par le refroidissement reprend l'apparence gélatineuse. Thompson soupçonne que ce doit être de la gomme combinée avec un acide qui paraît l'acide pectique, et M. Guibourt (3) la considère comme une matière spéciale, qu'il propose de nommer *grossuline*.

(1) Ann. chim., 80, p. 318; Thénard, chim., II, p. 197.

(2) Thompa., Sytt. chim., IV, p. 50.

(3) Journ. de chim. m<sup>d</sup>., 1805, p. 37; Bull. sc. chim. de France, III, p. 333

Fourrons-nous, d'après ces données cliniques et physiologiques, démêler le rôle des matières gommeuses ? Celles qui résultent des « écorces ressemblent aux sécrétions, 1° par l'origine qui leur donne naissance, 2° par la manière même dont elles s'en échappent; mais elles en diffèrent, 1° par leur abondance dans certains cas, 2° par l'irrégularité de leur formation, 3° par leur nature nutritive et non vénééuse pour les plantes. Je serais donc porté à croire que c'est le suc déposé dans l'écorce et l'aubier pour la nourriture, suc qu'on doit probablement considérer comme le suc nourricier lui-même, et analogue à ces matières végétales, comme le sucre ou la fécule, se trouvent abondamment dans les végétaux, et constituent la masse de certains organes. Ce n'est pas, selon moi, le cambium proprement dit qui sert de nourriture, et qui ne sert, en effet, que dans des cas morbides et accidentels.

Plusieurs des arbres qui, portent de la gomme n'en laissent point échapper au-dehors dans le cours ordinaire de ces choses : ainsi les pruniers, les pêchers, les cerisiers de nos jardins, ne donnent, en général, de la gomme que lorsqu'ils sont atteints d'une maladie, ou sou vent par le feu.

La cause mécanique qui détermine la sortie de ces gommes et de plusieurs autres matières demi-liquides, contenues dans l'écorce, est assez claire dans les deux exemples suivants.

Le *nemaspora crocea* est une production parasite très-singulière, qui se développe dans l'écorce intérieure de plusieurs arbres, et notamment du hêtre. Elle se présente sous l'apparence d'une gomme un peu colorée, et

»  
 j'ai cru jadis [*Butl/phitom.*, 1798) 7i tort qu'elle 6tait un simple produit de Tarb^c : j'ai rconnu ensuite qu'elle cst reccleniont un vfgfLil • soit par son analogie avec d'autres genres dont on ne pcul nigr la nature , soil parcc qu\*el'c renferine une oiulliude <3e pelits corps qui pa-laissent ctre des sortes de capsule\* [*theea*] plcines de spores- Ccille mall^re goomiRuse cst rejettfe au-dehors par les pores on featcs de l'6corcc , cotnmc pou&sc par une force iuldncurc; et ccla tijieu , joit pendant la Wo de l'arbre, soil apres sa mort. Dans cc dernier caSj ce n'est pos raccrois^cment da corps ligneux qui pent de-terminer rexpulsion de la gomme; mais je mo suU assurc par une 6uUc d'oLscr vat ions quo [l'expulsion des Inmesdc ncmaspore an travcrs des fentci de Tecorce est scn?il>le-meet proporlionnelle ai^dcgr^ d'humidiii d< l'air: d'ou j\*>i conclu que le corp^ ligneux ab\*orlK! Tbumiditt de rairplusqiie l'vcorcc (fait d'ailleurs lneu rconou) l que par corufrjuent, dans lcs temps hunydt^, il se goude plus qu'ellc, et se scrre, pout ainsi dire, dans son e^ui. Alors les malieres pulpeufes ou liquides qui Jicuveat elrt continue\* dnns Tt'corce inl^ctire , sont poussres au-dchors parccctc prcsiton du cylindre iiUcriear. Je cou-901s de ccile maniere l'expulsion des nOmaspores, ceile des' malieres gommeuses, gotnmo-nisrncuses on autres ains i cha&scs hors des fewtes de l'Ycorco.

L'histoire de lo ^oinmo adrijiganc coitfirmc en eniiej-cetle opinion, bourne fort (1) et Labillardiere (a) ont vu que criie goinir sort des astrogales ligucnx q>I croissent

(1) Voyage &u Levant.

{pi} JTo^rti dcpliv?.. . Javier 1790.

au sommet du mont Ida ou du mont Liban, que c'est le matin qu'on la trouve en abondance, et que cette sortie n'a lieu que lorsque le sommet de la montagne a été pendant la nuit abondamment baigné par des brouillards ; alors le bois se gonfle, et chasse la gomme au-dehors.

Le peu que nous savons d'exact sur la sortie de la manne hors de Picorce des frênes, et de celle des gommes confondues sous les noms *d'arabique* ou *de Sénégal*, hors de Picorce de divers arbres, me semble s'accorder avec cette explication. J'engage cependant les voyageurs & vérifier cette opinion par une observation plus précise des circonstances où ces matieres sortent des arbres. En général, nous manquons de documens physiologiques sur tous ces produits. La chimie a bien pu nous faire connaître leur nature, et la bôtanique a déterminé leur origine ; mais toute physiologie de leur formation ou de leur expulsion a été totalement négligée. Je croirai avoir rendu service à la science, si ces lignes, lues par les voyageurs, peuvent nous procurer quelques documens nouveaux.

### §. i. De la Féculé.

La féculé est une mati<sup>ère</sup> fort abondante dans les végétaux, et qui, consid<sup>ée</sup> dans son état ordinaire, offre les caractères suivans: elle est sous forme de petits grains\* blancs, pulv<sup>erulens</sup>, secs, durs, insipides, inodores, inall<sup>érables</sup> à l'air. Ces grains ne sont point attaqués, ni par l'alcool, ni par l'éther, ni par l'eau froide, mais se combinent facilement avec l'eau chaude, et la Tormentine gelle connue sous le nom *d'empois*. Sa pesanteur spécifique est plus grande que l'eau (1,55, Tableau de l'ant

100.) On l'obtient des farines ou tiges végétales pulvérisées, par de simples bollions filés à Teau froide. Les acides Libangent en sucre de raisin; les alcalis rendent celui-ci soluble. [Voyez sa composition dans le tableau, cli. VIII, «rt. 5. )

La propriété la plus frappante de la fécule et celle dont les chimistes se servent pour la reconnaître > c'est que la teinture d'iode lui donne en général une belle couleur bleue, d'un carmin ou violet pâle quand elle est faible, presque noire quand elle est Ir&s-foncée. M. Raspail, qui a récemment étudié cette infli&re avec soiu (i)-> pense que cette coloration ne tient pas à la nature propre de la fécule, mais qu'elle est due à la présence d'une substance étrangère et volatile, que l'évaporation fait disparaître. Il admet, d'après cette considération, que la matière appelée *inuline* par Thompson est identique avec la fécule, quoiqu'elle ne se colore pas en bleu par la teinture d'iode; et en effet, tous ses autres caractères ont un rapport Ir&s-prouvé avec les féculs colorables par l'iode. M. Guibourt (2) nie l'existence d'un principe volatil, et croit que les cas où la coloration par l'iode n'a plus lieu, sont dus à la formation d'un prola-iodure d'amidon. Quoiqu'il en soit nous admettrons ici la fécule comme un terme générique comprenant deux espèces: 1° la *fécule amyloïde* ou *Yamidoïde*, qui sera pour nous la fécule colorable par l'iode; et 2° *Vinuline* ou la fécule non colorable par l'iode: celle-ci est un peu plus

---

(1) Mém. stir IM Fecule, dans les Ann. des sc. nat. • 1825, oct. et nov.; et dans le Journ. des Sc. d'obs. 7 vol. II et III.

(2) Journ. de Pbauu., 1829, p. 150.

**légère** (i,35, l'eau &ant 100) et plus soluble & l'eau chaude. Son identité avec l'amidon semble confirmée par un fait cité par M. Raspail (1), mais **qui**, d'après son propre récit, a besoin de vérification, savoir : que la racine de topinambour, cultivée aux Antilles, donne de l'amidon; et cultivée en France, de l'inuline. Elle est encore confirmée par cette observation, que certains fécules, telles que celle du typha, sont peu colorables par l'iode, et semble ainsi intermédiaire entre l'amidon et l'inuline. La fécule du lichen d'Islande, qui n'est pas colorable par l'iode (2), paraît sous ce rapport se rapprocher de l'inuline.

Chaque grain d'amidon, et probablement de toute fécule, se compose, d'après les observations de MM. Raspail et Guibourt, d'un tégument lisse, inattaquable par l'eau et par les acides les plus ordinaires, et d'une substance soluble qui paraît analogue à la gomme. M. Chevreul nomme le tégument *amitline*, et la matière contenue *amidine*. M. Raspail paraît croire que la matière soluble est de la gomme. M. Guibourt croit que ce n'est pas de la gomme proprement dite, mais une matière très-analogue, et qui pourra la remplacer dans les arts. Lorsqu'un tégument est rompu, soit par une cause mécanique comme celle de la râpe ou de la meule, soit par la **dilatation** déterminée dans le liquide interne par la chaleur, alors la matière soluble s'écoule comme d'elle-même, et les fécules restent vides ou lacérées. Ce sont ces téguments qui, selon M. Raspail, ont été considérés comme

(1) Ann. des Sc. nat., 1826, mars.

(2) Giv-Lessac, Leçons de chim., aj

formant une matière particulifere , & laquelle M. Theodore de Saussure avait<sup>o</sup> donné le nom *d'amidon* , et M. Prout, qui Favait J'abord observe , celui d'*ur-déine*. M. Guibourt p<sup>2</sup>ns que le tégument de Forge ou l'hord&nc dijOfre de celui du froment par une quality plus ligneusc (i). La matière soluble, qui dans l'amidon est mi pen colorable par Fiode, parait perdre eelte l'aculté h Fair; etc c'est ainsi qu'on peut couiprendre que la gomme., quoique pcut-être idehtique avec cette lufifen\* soluble , en difl^re cependant, parcc qifelle ne se laisst\* pas eolorer par la tcinluro d'iode. En admcitnt ceUe identity , on pourrait dire qu'une ft'culr quelconque est une v&icule insoluble, pleinc ou de gomme proprement dile, ou d'une inatière tr^s-analogue i\ la gomme (a).

Or, cete idée, Fidonlité ou Fcxlrême analogie de la m&tière soluble de la fécule a^b la gomme s'accorde tr^s-bien avec le rôle que la fécule parnit jouer dans l'organisation. On la Irotive rnm.'isséc en abondnncce dans loutes Ic5 parties du végétal, oil, d'après d'autres considerations , nous avons ndmis qu'il j avait dépôt de nourriture. Si, comme tout le rend probable, la gomme est l'alimcnl naturel du végétal, les grains de fécule forment un anias de gomme emmagasin(5c et inise Si Fabri de Fac-

(0 Joiirn. de Plmrn.. 1829, p. 186.

(2) Davy semble ndmettre ridoiitilé de cello malière en di-  
^:inliieramidon est du mucilage congelé. M. Couvencel(Ann. des so. nat., 1831 . Hull., p. 39) semble indiquer quelque diffe-  
rence entre ces matières , lorsqu'il dit que la gomme nblenue de la févule, quoique semblable cxlrême ment à la gomme «ra\*  
bique, ne donne pas d'acide mucique quand on la traite par l'acide sulfurique.

chauls et autres cynarocéphales, (qui sont des réservoirs de nourriture pour les fleurs; •

y°. Dans les sarcocarpes farineux de certains fruits, tels que la datte ou le fruit de l'arbre *h* pain.

Dans tous ces exemples, la fécule accumulée par la végétation peut devenir nutritive pour l'Humain ou pour la plante, selon les circonstances.

L'homme s'empare de cette nourriture préparée, et la tourne *h* son profit, en la soumettant *b* la cuisson, qui dilate les vésicules de fécule, et laisse échapper la gomme, dont l'eau s'évapore. Cette action est facilitée par la Irritation, qui rompt d'avance une partie de\* vésicules. C'est ainsi que les féculs des grains de *c&vialcs*, des tubercules des pommes de terre, etc.\* etc., deviennent éminemment alimentaires.

La plante profite de la nourriture renfermée dans les vésicules de la fécule; aussi sa quantité va en croissant à la fin de l'année dans les racines y rhizomes et tubercules; elle est *h* son maximum en hiver, et elle commence à diminuer au printemps. Ces effets sont généralement connus dans les pommes de terre, et on généralise dans tous les dépôts qui servent à notre nourriture. Ainsi, cent livres de pommes de terre donnent en fécule (d'après la *Bibliothèque physico-économique*, 1828, p. 35a) :

En août, environ	10 livres;
En septembre,	14 1/2;
En octobre,	14 5/4;
En novembre,	17 s
En mars,	17;
En avril,	13 3/4;
En mai,	13,

M. Lecoq a vu (i) de même que le rhizome des typha, qui en decembre conlient 0,125 de fécule \* n'en a plus que 0,108 au mois d'avril. M. Prout a vu aussi la quantité d'hordeine diminuer pendant la germination de Forge. L'alteration de la fécule dans ces cas s'opère probablement parce que les variations de température locale déterminées par la végétation peuvent suffire pour rompre les vésicules, et dégager la matière soluble. M. Raspail cite en faveur de cette opinion la chalcure qui se développe dans la germination des grains féculents, telle que Forge, par exemple; et il est possible, en effet, que des phénomènes moins évidents d'élévation de température existent localement dans d'autres circonstances; il est possible aussi que Faction de plusieurs des matières qui existent avec la fécule dans diverses parties, telles que le tannin ou les alcalis agissent, dans des circonstances données, pour opérer cette rupture du tegument, et libérer la matière gommeuse. Il paraît certain (2) que plusieurs acides végétaux peuvent, à la température de l'eau bouillante, et peut-être au-dessous, convertir la fécule en sucre. Ainsi, on peut comprendre, sans de grandes difficultés, l'alteration de la fécule par l'action de la végétation.

M. Raspail a encore observé que l'intérieur des globules du pollen présente des granules qui se colorent en bleu par l'action de l'iode; et, quoiqu'il avoue lui-même que cette preuve isolée ne suffit pas pour affirmer qu'il s'agit de grains de fécule, on ne peut nier qu'il en soit

---

(1) Journa. de Pharm.. 1828, p. 222.

(2) P. J. J. Journ. de Pharm., 1829, p. 271.

une probability. Or, comme il y a de la chaleur d(5-  
 veloppée ML moment de la ftcoudalion, il trouve dans  
 l'accord de ces faits quelque induction pour p̄c̄nser que  
 cette chaleur, comme celle de la germination, fait dila-  
 ter et crever les Uiguracns de ces grannies.

On trouve dans un grand nombre d'organes des végé-  
 taux, et notamment dans les cellules du corps ligneux  
 et du corps cortical, et dans le cambium; on trouve,  
 dis-je, des globules isolés, qui, selon M. Raspail, sont  
 des grains de fécule, quoiqu'on ne puisse les colorer par  
 l'iode.

«

On serait donc tenté d'admettre que ces grains se for-  
 ment dans les cellules aux dépens de la gomme qui peut  
 »y trouver; quo, dans d'autres circonstances? , ils se cre-  
 vent, et laissent échapper leur matière soluble, qui trans-  
 sude au travers des parois, et peut aller se porter vers  
 quelque autre point. Ainsi, l'une première époque de  
 maturité, l'écaille est pleine de fécule, et plus tard  
 il en est dépourvu, et l'albumen qui en est abon-  
 damment muni. Comme on ne voit aucun pore dans les  
 cellules, on ne peut supposer que les grains de fécule  
 passent directement d'une cellule à l'autre, tandis que  
 le phénomène se conçoit par la rupture des grains, la  
 transsudation de la matière soluble, et la formation de  
 nouveaux grains. Le tégument de ces grains est-il vérita-  
 blement membraneux? est-il analogue au tégument des  
 cellules? Ces grains de fécule lient-ils aux parois in-  
 térieures des cellules (i) par une sorte de bile visible  
après leur disunion? La formation indéfinie des grains

(i) Raspail, Bull. des sc. chim., VIII, p. 33.

de fécule 5 l'interieur des cellules serait-elle donc ainsi une sorte d'encasement ? Ce sont des questions qui ne me paraissent pas susceptibles de solution formelle dans l'état actuel de la science. Ceux qui voudront réfléchir sur ce sujet, pourront lire les Mémoires de M. Raspail (*Annales de chimie et de physique*, t. 27, p. 251) et l'Extrait de ses recherches chimiques et physiologiques, inséré au volume 10, page 251 du *Bulletin des sciences naturelles*. L'auteur y expose des idées très-nouvelles sur la théorie générale des tissus végétaux; mais comme il n'en donne pas les preuves, on ne peut encore ni les admettre, ni les rejeter.

La forme des grains de fécule varie depuis la forme sphérique jusqu'à l'ovale, et prend quelquefois des formes irrégulières; leur grosseur est aussi très-variable, comme on en peut juger d'après le tableau suivant, extrait d'un *Manuel* de M. Raspail (1).

Fécule de pomme de terre	millim.
varie de diamètre de 1/8 à 1/200	
— des agoutis (tiges) (2)	1/10 h 1/200
— (Jalstroemia) (bulbes)	1/10 h 1/200
— ignames (rhizomes)	1/17 h 1/100
— de fèves (cotyledons)	1/20 h 1/500
— froment (albumen)	1/20 h 1/800
— tulipe (bulbe)	1/20 h 1/150
— topinambour de la Martinique (tubercules)	1/20 h 1/300

(1) Bull. des Sc. Nat. dtF^rusiac, *nov.* 20.

(2) C'est le scion M. Cuibourt (Journ. de Pharm., 1829, p. 131), la tige soluble de Teau bouillante de tous les fécules usuels.

**NUTRITION.**

t8S

— marron d'Inde (cotyledons)	i ^35	hi /200
— châtaignec (cotyledons)	' 1 '33	& 1 '200
— tapioka (racine de mbnihot) (t)	i/35	ft i/300
— orge (albumen)	1/40	h i/500
— mais (albumen)'	1/40	h 1'200
— bryonc (racine)	1/70	& 1/400
— patate (racine)	1/70'	& i'400
— topinmboiir do France (racine^)	1/100	h 1'100
— salep d'orchis (tiiborcujcs)	ifaoo	h i/3po
— d'arum (luberculcs)		<i>idem</i>
— petit millet (albumen)		1/400

L'albumin du maïs ost presque corné h I\*exl6rieur, et dvideniment feculent h rinl^ricur : la scule dilKrenco enlrc ces deux parties parait élrc qtic la féculo y est plus 011 moins scrréc el tasséc. De lh , M. Raspail soup-?onne queJcs albumens cornés en général sont formés par\* la condensation de (a ftcule, et il est probable que ccla est vrai dans quelques cas, tels que le maïs , le coix , etc. ; mais dans les albumens cornés et & sue builcux, tels que le café ou certains palmiers, il est vraisemblable qire cct cQet est ou d6lcrmin6 par quelque autre cause, oil com- bing avecquelque autre fait.

Le rôle de la ftcule dans les végétaux a beaucoup d'a- , nnlogie avec celui de la graisse dans les animaux, sous C6 rtyport que e'est un d6pdt de matiere nutritive em- magasin6c et susceptible d'etre nSabsorb<ie par les forces

(1) La mousMche, qui piovicut de la me'me racine, mail qjii n« pat 6U chauff^e, offrc, selon M. Guibourt, des grains p^« pctiu el plus létjujwrs. Klk esl, scion M 'PUnche, tine 6m plus lucres avec ccllc^dc la racine *da md\* noir. ( Jouin. de Plurm., 18-29, V' >5i et 132. )

vitolcs. M. Raspail, qui a saisi fort heureusement ce rapprochement, assure que la graisse est organisée comme la fécule, c'est-à-dire, formée d'un tegument et d'une matière liquide, et il fait observer que Suainmerdam avait déjà eu cette opinion dans sa *Bible de la nature* (Leyde, 1707, p. 5 n). Le rapport de la graisse avec l'huile fixe me paraît plus frappant, et j'y reviendrai en m'occupant de ce produit, chapitre VIII, article 4\*

La *fégumine* est une variété de fécule qui a été obtenue par M. Braconnot (1) des pois et des haricots secs et mûrs, réduits en pulpe et délayés dans l'eau; la liqueur laiteuse qui en sort contient ce principe en dissolution; il s'en sépare par l'évaporation en pellicules diaphanes qu'on purifie par l'alcool bouillant. Elle se roue alors dans un état analogue à l'amidon.!! y en a 18,4 dans les pois, 18,2 dans les haricots.

Pour donner une idée approximative de la quantité de fécule qui existe dans divers organes des végétaux, je terminerai cet article par le tableau suivant, extrait des principaux auteurs qui ont traité ce sujet (2), mais on observant qu'on ne doit considérer ces chiffres que comme des approximations variables selon l'état de la végétation, l'époque de l'observation, et le but de l'expérience.

(1) Ann. de phys. et chim., 1817, p. 68.

(2) Yauquelin, Mém. du Mus., vol. III; Davy, Chim. org. I. p. 174; Einhof, c. par Davy; Richardson-Maclean, Journ. pharm., 1830, p. 306. On peut voir dans les Recherches sur les végétaux nourris (1 vol. in-8°, Paris, 1781), de l'armenier, une liste des plantes du Tiance susceptibles de fournir à la culture, mais sans indication des quantités.

1<sup>#</sup>. *Racines.*

Sui 100 parties.

Iatropa inanihot (var. rouge),	15,5
<i>idem</i> (var. verte),	11,5 ;
Iatropa glandulosa ,	des traces
— curcas,	<i>idem</i>
Ipomoea batatas, scion Ricord,	7,5
— — scion Henry (var. rouge),	13,3

2<sup>o</sup>. *Tuber<sup>o</sup>cules.*

Pomme de terre (var. dite orpheline),	18,
— — (var. dite rennoise),	10,
— — en moyenne,	14»

3<sup>o</sup>. *Rhizome\**.

Zingiber arundinacea,	19,5
Canna coccinea,	19,5
— indica,	3,3
— hitca ,	1,6
Amomum zingiber,	<b>16</b>
— curcuma,	<b>15</b>
Dioscorea triloba,	
— data.	19
— saliva,	<b>19,5</b>
— aculoata,	<b>11,5</b>
— piprifolio ,	<b>18,5</b>
— bulbifera,	4»9

4\*. *Pericarpes.*

Artocarpus ioca,	6,9
— <b>incisa,</b>	<b>3»t</b>

5°. *Graines.*

	Stir 100 parti**.
Mammea americana,	33
Fève,	54
Haricot ,	46
Lentille,	5a
Pois,	5o
Orge,	79
Scigle,	6i
Avoine,	59
Epeautre,	68
Froment d'aulomnc,	77
— de prinlcmps,	7°
— de Barbarie,	74
— de Sicile,	75
HIZ de Caroline,	85,07
— Piimont,	88,8o
MaTs,	80,92
Ocoica pidhurim,	11
Mangqfc(Maugifera indica),	57,93.

## §. 4- D« Sucre.

Le sucre est une matière qui a de grands\* rapports avec la fécule et avec la gomme, et qui se caractérise, 1° par son goût doux; 2° par la propriété de se convertir en acide carbonique et en alcool, lorsqu'elle est placée dans des circonstances convenables, C'est cette propriété du sucre qui fait que la quantité qui s'en trouve dans chaque partie d'un végétal est la mesure de la quantité de matière alcoolique que la fermentation en pourra retirer.

C'est un fait fort connu que la présence du sucre dans tous les fruits fermentescibles. MM. Guillemin et Henry ont trouvé un sucre incristallisable dans la racine de gentiane jaune, de laquelle on retire en effet un peu d'alcool.

Les chimistes en distinguent plusieurs espèces, savoir: le sucre cristallisable de canne, de raisin et des champignons, et le sucre liquide ou sirop, qui se trouve souvent mélangé avec l'un des précédents.

Le sucre de canne cristallise facilement en prismes quadrilatères ou hexaèdres, terminés par des sommets dièdres ou plus rarement trièdres. Il est plus dense que l'eau (= 1,605 : 1,000), inodore, phosphorescent quand on le râpe & l'obscurité, d'un beau blanc, moins soluble dans l'alcool que dans l'eau. Il cesse d'être cristallisable par son union aux terres alcalines et dans plusieurs autres circonstances.

Le sucre de raisin cristallise en petites aiguilles; il est moins sucré que le précédent, moins soluble dans l'eau. L'acide sulfurique transforme l'amidon en un sucre tr^-s-analogue à celui du raisin, ou peut-être identique avec lui. Le sucre solide du miel paraît être aussi identique avec lui. Quelques chimistes pensent qu'il est formé par la combinaison du sucre de canne avec un acide végétal.

Le sucre de champignons cristallise en longs prismes quadrilatères & base carrée ou en petites aiguilles soyeuses. Il est moins doux que le sucre de canne.

Le sucre liquide coexiste avec les deux premières espèces dans les végétaux, et il est pur dans quelques-uns. Il fermente sans avoir besoin d'un ferment étranger,

comme les sucres cristallisables. Il paraît conteniir quelques mali&res &traigfercs a· telles que l'acide malique et quelques scls.

Voyez le tableau de la composition de ceux de ces sucres sur lesquels on a des données suffisantes, k la fin du chapitre VIII.

Si nous considérons inaintenanl ces divers sucres dan\* leurs rapports avec la végétation, nous trouveron? les différences suivantes :

i°. Le sucre de canne se retire, comme on sait, du suc qui remplit les cellules de la tige de la canne à sucre (*saccharum officinarum*, Linn., jadis> appelée *arundo saccharifera*). On en retire 0» 17 dans l'Indoustan, et 0,1'4 dans les Indes-Occidentales. On le retrouve dans l'éQveloppe cellulaire de la racine de betterave (*beta cyclin*), qui en contient jusqu'à 0,7, mais dont on n'en extrait en grand que 0,5 k 0,6; dans, la &k\|e des Arabes (*acer sac\* ckarinum* et *montanum*); et on assure que celui qu'on trouve dans les châtaignes est identique a\cc les précédens. Il est, en g&n&ral, plus ou moins mélangé avec du sucre liquide.

9°. Le sucre de raisin a été primitivement étudié par Prout dans le raisin, mais se retrouve dans un grand nombre de fruits, (els que la groseille, la cerise, l'abricot, etc. Il forme une efflorescence blanche h In surface des figes s&ches; il donne la saveur sucrée au nectar des fleurs, et entre dans la composition du miel avec du sucre liquide. C'est probablement celui-ci qui a été trouvé par M. Payen (1) dans le melon cantaloup, dont il forme

---

(1.) Jovru. dechim. mM. 9 1827.

0,015 de son poids, et qu'il dit simplement cristallisable.

3°. Le sucre liquide accompagne les deux précédents, et se trouve après leur cristallisation. Il existe seul dans certaines graminées, telles que le maïs, ou dans certains fruits > tels que les coings, les pommes et les azerolcs. On le trouve aussi seul ou mélangé dans quelques iniers, et probablement dans les nectars. Quelques chimistes Tout considéré, les uns, comme du sucre cristallisable mélangé avec de la gomme qui l'empêche de cristalliser; les autres, comme du sucre mélangé avec de l'acide malique ou d'autres matières, et qui n'en pas reçu l'élaboration organique suffisante pour cristalliser : ainsi les châtaignes, qui fournissent dans le Midi jusqu'à 14 p. 0/0 de sucre cristallisable, n'en donnent pas dans les pays les plus septentrionaux. La canne à sucre, cultivée dans les serres tempérées, donne très-peu de sucre cristallisable, comparez celle des pays équatoriaux. La comparaison des figues et des raisins mûris dans des pays chauds et l'empiré donne les mêmes résultats. On pourrait donc admettre qu'il n'existe réellement (en laissant de côté le sucre de champignons et la manne, dont nous parlerons ailleurs), qu'il n'existe, dis-je, que deux espèces de sucre : celui de la canne, qui contient peu d'eau ou plus de carbone, et celui de raisin, qui contient une plus grande quantité d'eau ou plus petite de carbone, et que chacun d'eux peut se présenter ou à l'état de cristallisation ou à l'état liquide, selon que l'élaboration en a eu lieu d'un manière ou imparfaite.

Sauf quelques fruits où le sucre s'élève sous forme cristalline, cette matière se présente dans les cellules du végétal à l'état liquide\*, et il est méritoire digne de remarquer

ffu'cllc s'y d^reloppe et s'y d&ruit avec une singulifere facility. Ainsi plusieurs graines \* telles que les pois , rtsn-ferment avanl lcur malurilé une matièrc sucrée, qui se transforme en amidon & la malurit6, et cet aoiidon redeviciit niatifere sucnta 2i la germination. Plusieurs aut res graines germanles offrent Acs transformations analogues, et les cbimisles sont aussi parvenus 5 lransformer l'amidon en sucre, mais n'ont pu encore nvee le sucre reproduire l'amidon; ce qui fojrnit un argument en faveur de ceux qui pensent que le l6gument de .la f6cule est une membrane organique. La maturation des fruitLs offre des transformations analogues; les liges de la cannc h sucre , qui contiennent une si grande qiiitntil6 de sucre avant la fleilraison, en cofltiennent beaucoup moins, d'ès que cello-ci a commencé; et, dans la culture de la betterave<sub>v</sub> on sait que la qiiantilé de mali&re sucr^e varie beaucoup selonles époques oil on l'extrait et les terrains oil elle a cru. On sait qu'arrachée trop tard<sub>f</sub> die ne donm; presque plus de sucre, et e'est pounjuoi, quand on n'extirpuit log betteraves du midi de la France qu^ la mdne *tfoqa*\* oil on a coutumo de lc faire dans le nord, W n'obtenait aucun produit (i), tandis qu'en faisant cete extirpation deux mois plus lôt, on en obtient 5 i a h fl p. o'o de leur poids.

Le sucre offre ceci\*de remarquable, qu'il semble moins homogiae dans sa composition que la plupart des autrc\* mati^rrs noutres. C'est C3 qui résulte du b^au travail de M. W. Prout sur les matures sucrées (i). Non-seulement ils eontiennent, couxme tous les sucs extraits par

x{) Clmptai, Cbim. agr., I!, p. 39\$.  
 . (2) Journ. it pbtrn\*, 1829, p. 229.

compression, diverses matières qui paraissent étrangères à leur composition niello'; mais, réduits au plus haut degré de pureté et de dessiccation, ils offrent des différences dont, d'après les analyses de M. W. Prout, on peut présenter le tableau comme suit :

	Carbone.	Eau.	MOIEMCI irnoiiy. Carbon*.	Ea«.*
Sucre de canne candi. . . . .	42,85	67,15	42	58
des Indes orientales . . . . .	41,90	58,10		
de canne raffiné . . . . .	49,20	57,80		
d'érable. . . . .	42,10	57,90		
de betterave . . . . .	42,10	57,90	57	63
de miel. . . . .	36,33	63,63		
d'amidon. . . . .	36,33	63,80		
de raisin (Th. de Saunders). . . . .	36,71	63,99		
de miel. . . . .	38,70	61,30		

1)oil Ton voit que les sucres de miel, d'amidon, de raisin et de mannite, sembleraient des hydrates de sucre. En général, la grande cause de l'incertitude qui règne encore sur l'analyse de ces matières hydrocarbonées végétales, tient à la quantité d'eau qui peut se mêler ou se combiner avec eux-ci, et à l'extrême difficulté de distinguer l'eau mêlée de l'eau combinée.

Davy admet comme probable que la matière saccharine est produite pendant l'absence de la lumière; mais je ne trouve pas que les faits confirment précisément cette opinion, et je présume que la lumière n'a ici qu'un effet immédiat. On ne trouve presque pas, il est vrai, dans les plantes vertes; mais cette absence du sucre y est conforme à l'absence de tous les produits élaborés. Le sucre se retrouve tout formé dans un grand nombre de racines hors de l'influence de la lumière, et d'un autre côté les phénomènes de la maturation des fruits montrent que le

sucre s'y forme d'autant mieux, qu'ils sont plus exposes au soleil.

### §. 5. De la Lignine.

La lignine est appelée *lignine* par Fourcroy, ou *bois* par Thompson; mais comme ces deux Lermes peuvent faire Equivoque avec le corps ligneux ou le bois, dont elle n'est qu'une portion, il n'y a paru convenable (1) de modifier un peu le terme primitif. C'est la matière formée ou déposée dans les cellules oblongues du corps ligneux (les clostres de Dutrochet), et qui contribue ou par sa nature ou par sa quantité & donner aux bois toutes leurs principales qualités sensibles\*. Elle est insoluble & l'eau et l'alcool, et soluble dans les lessives alcalines faibles. Les chimistes l'obtiennent en faisant bouillir de la sciure de bois, d'abord avec de l'alcool pour en séparer les parties résineuses, puis dans de l'eau pour dissoudre les matières extractives ou salines, puis avec l'acide hydrochlorique faible pour ôter les sels insolubles, et une seconde fois avec de l'eau pour enlever l'acide qui pourrait rester adhérent. La lignine, ainsi préparée, forme environ 0,96 du bois, supposé entièrement dépourvu d'eau et d'air. Elle est solide, d'un blanc sale, insipide, inodore, et spécialement plus pesante que l'eau. L'acide sulfurique la convertit en gomme et en sucre de raisin; l'acide nitrique la change en acide oxalique; les alcools concentrés en ulmine. En la brûlant, soit avec le chlorate de potasse, soit avec le protoxyde de cuivre, on a obtenu de divers bois les résultats suivants :

---

(1) Th<sup>or</sup>. *Him.*, <sup>dit</sup>. 1, p. 417.

COMPARAISON DES \*LIGNINES.

195

NUTRITION.

I. Bois des Dicotylédones ou Exogènes.

	Chêne, selon Gay-Lussac et Thénard.	Hêtre, selon Gay-Lussac et Thénard.	Bois de fer 1 scion GIL-LDM et Thénard.	BuU. salvia W. froust	Cormouss, selon Gay-Lussac et Thénard.	Saule, selon W. froust.
Carbone . . . . .	52,53	51,45	53,44	50,00	55, . .	49,80
Eau (ou ses éléments).	47,47	48,55	46,56	5 0,00	45, . .	50,20

II. Écorces des Dicotylédones ou Exogènes.

	Chêne, selon Gay-Lussac et Thénard.	Hêtre, selon Gay-Lussac et Thénard.	Bouleau, selon Gay-Lussac et Thénard.	Liège, selon Chevreul.
Carbone . . . . .	51,04	52,22	62,12	64,94
Eau (ou ses éléments).	49,96	47,78	34,00	30,92
Hydrogène excédant.	0, . . .	0, . . .	2,88	4,05

III. Tiges des Monocotylédones ou Endogènes.

	Moelle de PA- mier, selon Gay- Lussac et Thénard.	Paille, selon Gay-Lussac et Thénard.
Carbone . . . . .	51,56	52, . .
Eau (ou ses éléments).	48,44	48, . .

Il résulte de ces faits que la lignine des diverges ligneuses est de 62 de carbone et 48 d'eau selon MM. Gay-Lussac et Thénard, ou de 50 de carbone et de 50 d'eau selon M. Prout. L'hydrogène excédant observe dans les (Sécheresses de bouleau, de sapin, et peut-être de liège, semble tenir aux matières résineuses qui y sont habituellement incluses.

Il faut remarquer que « sous le nom de lignine ou de ligneux, les chimistes confondent deux matières physiologiques distinctes : 1° les membranes végétales qui forment les parois des cellules et des vaisseaux, et que M. Raspail (1) (sans en donner la preuve), croit composés de gomme et de chaux; 2° les matières ligneuses qui s'y déposent en plus ou moins grande quantité par suite de la végétation. Ces deux matières sont-elles identiques ou diverses dans leur composition? C'est ce qu'on ignore. M. Dufrotoy remarque que les membranes sont toujours très parentes, et, autant qu'on en peut juger, identiques avec elles-mêmes, et que toutes les différences d'un bois à l'autre, tiennent aux matières déposées. Mais ces matières diffèrent-elles seulement par des mélanges de substances (qu'on enlève par les réactifs, dont on se sert pour préparer le ligneux), ou diffèrent-elles par leur nature intime? C'est encore ce qu'on ne peut affirmer. La légère différence observée entre le chêne et le hêtre, dans l'expérience citée tout à l'heure, pourrait faire croire que la lignine de différents arbres est différente, tandis que les expériences de Prout, déjà citées, et celles de Ruilbrd, tendraient à faire pen-

---

(1) Journ. des sc. d'obs., II, p. 415.

ser gu'dlc nt idenliqf. Ce dcruiér phpicien (i) & prw des quanlité <igalei de di versos oap&ces de hois fawn \*ec; il lcs a encjir f&cb&cs pendaol deux honresdAi)\* **UM** «luvc clmullfit' h r)4 dc^i^s do tUauuuir, puis, on les pe-saul dims l'rau ,ii a objenu lour **pQitXLtuc** s[H^icifique, «t le poids d'tni poacr cube **de bur** partie snlido, sa-voir :

	Pesant, spéc.	Poids d'un pouce cube des parties solides.	
Erable . . . . .	14,599 . . . . .	28,95	gram.
<b>Sapin</b> . . . . .	14,621 . . . . .	28,96	
Tillcul . . . . .	14,846 . . . . .	29,40	
Botilenn . . . . .	14,848 . . . . .	29,44	
Peuplicr . . . . .	14,854 . . . . .	29,45	
Orme . . . . .	11,186 . . . . .	30,17	
Hêtre . . . . .	15,284 . . . . .	30,50	
Chêne . . . . .	15,344 . . . . .	30,42	
<b>Enu»</b> . . . . .	<b>10,00a ;-.:</b> . . . . .	<b>19,80</b>	

Cos exp^riocta peuvnl pc&cater tme hès légère cause dVrr^tir on ccci, \*[t<sup>h</sup> ici cupvmix placés deux heures dan\* IVluve, nui dTi, d'npfijs Ic\* expérience\* uif:itic> dc Rtiinloi \*[, prrtlct- tiuc ]>diU- portioo dc carbone, fjni \*V\*t coabiiuk) k i'oxi^eic dc Tair. Moi» eo négligranl celle (jiantil« miuiiif, oir voit ici, eomn dan\* rnnaly\*cdc (iavLtuuc cl **Tbuiurd**. n>n J'idculii' nb^oluc div hois, mats fa phMivc qur U **diflcroce de I^ors** maliirres tolidcft , comparéci outre dlc», c\*1 beau-

(1) M^tn. «ur le bois et le charbon, p. 15.

coup moins grande qu'on ne pourrait le croire d'après les expériences journalières qui résultent de leur emploi habituel.

Il serait à désirer, pour l'étude détaillée de l'histoire des corps ligneux, que l'analyse de la lignine par l'oxide de cuivre fût étendue à un grand nombre d'arbres, et poursuivie dans divers *itals* de leur végétation, et dans différents organes des mêmes espèces. Avant de quitter ce sujet (sur lequel je reviendrai dans le chapitre X du livre IV, en parlant de la consistance des végétaux), j'indiquerai ici quelques points de doute à résoudre par l'expérience.

1°. On admet en général, en chimie, que les fibres de l'écorce de lin ou de chanvre, par exemple, sont de nature identique avec celles du bois. Il serait utile de constater si cette identité est aussi réelle qu'on le suppose : la structure et le rôle physiologique pourraient en faire douter.

2°. La *subérine* de Chevreul (1) paraît être le tissu même de ren\cloppcellulaire, réduite par la vêtusté au plus haut degré de pureté, soit dans le liège, soit dans la plupart des épidermes des dicotylédons. Elle diffère de autres produits par la faculté de former de l'acide subérique; mais cette enveloppe cellulaire diffère peu ou point de la lignine, lorsqu'elle était à l'état de couches corticales. Il serait utile de suivre cette distribution de la lignine, et de comparer la subérine avec la lignine corticale.

3°. La *médulline* ou le tissu cellulaire de la moelle de

---

(i) Diet, des sc. nat\*, s6, p. 393.

plusieurs dicotylédones, telles que rhélianthe et les tilas, diffère de sa substance, en ce qu'elle forme de l'acide oxalique, au lieu d'acide **itibrique**, lorsqu'on la dissout dans l'acide nitrique. Il est probable que l'espèce de **sureau** se rapporte ici, **quartier**. L'intensité de la substance **subérine**. **Getksa** indiquerait aussi de l'arbre **•nftlys**, en l'absence de comparaison de l'arbre **U bibérine**, An Paulin avec la lignée.

4°. Les livres lianes de **enilog** « idles » **pip** exemple, quoique la **Jilit** de *Yogare nmtrirana*, et celle du *phormium tenax*, n'ont pas été analysés: ils ont curieux de savoir si les espèces sont composites d'une seule espèce ou de plusieurs, ou de la corce des exogènes.

5°. L'espèce **ettoUrv** de **oertrina** « des résineuses **toUment** an liane, qu'on pourrait croire qu'elle donne les mêmes produits; I diet ont en particulier les **enxrotssatfc** **prtsualique** **61 ftpongiruacs** **•jiti M trou** **\*ur Li soothe** des **vient ttafadinaria eifpkantipe** **JT^A priA** **M.Anl. Morind** les n n il \ sor j n s cri rapport, « I ceclil in isle a été connu par **WIN** in Mierc, traits par Tacite nitrique, \*e conduit comme la lignée du bois et du papier, et nous commit \v. lit'v'. "l-?"-dire, qu'elle forme de l'acide oxalique, non de **Vncidf iubMue**; elle fournit, de plus, une **Djalien** **r&KttM** **vl** ligne **lAatit'rr jnu** « amfre., M. Moiii la regard' - com me Iri-aimlogier a Jo médul-Inf. 11 « reconnu, à cette occasion, que le papier donne, noté de l'acide **Mb<riqiM, Oottme** Inrail^m Bmgnaldli. mats, outre de l'acide oxalique, **A\*\*** **cridnu** **bianco of 10^601**, qui sont un mélange d'oxalate de chaux.

6\ Les coques de **tonffltri** par Thouppon comnw

line matifere sp6ciale, distincte de la lignine , parce que, traitée par l'acide nitrique, elle ne donne que de l'acide oxalique: il faudrait savoir si elle offre incitement des blimens différents. Les fils du colon semblent des poils réduits à la membrane des cellules dépouillées de presque toute matière étrangère. Les autres poils scarieux et les membranes scarieuses offrent-elles la même nature ? Si l'on parvenait à séparer dans la lignine la membrane propre des cellules d'avec les dépôts qui s'y accroissent, cette membrane ne serait-elle point identique avec la plupart des matières désignées ci-dessus ?

7°. La *fungine*, observée par M. Braconnot dans les champignons , semble y tenir la place que la lignine occupe dans les végétaux vasculaires; mais l'acide nitrique affaibli en dégage de l'azote (1) et quelques matières azotées. Malgré cette différence, quelques chimistes, et Thompson en particulier, lui trouvent tant d'analogie avec la lignine, qu'ils croient, disent-ils, il conviendrait de la recevoir comme simple variété.

Je laisse de côté, dans cet aperçu de l'histoire chimique du bois, tout ce qui tient au produit de sa distillation, opération dans laquelle il se développe, selon Berzelius (2), une huile empyreumatique , composée elle-même d'un principe huileux volatil (la pyrréline), et d'un résidu fixe (la pyrréline); 9° du liquide aqueux; 5° du gaz; et 4° du charbon. Cette alteration du bois par la combustion intéresse la chimie et la technologie, mais non la physiologie.

(1) FerrufMc, Bull, det §c. chim. % X, p. 224.

(2) Fourcroy et Vauquelin ont retiré du bois 867/1000\*\*\*

§. 6. Considérations générales déduites des paragraphes précédents.

Si nous examinons, les faits particuliers cités dans les articles précédents avec ceux qui sont déjà connus, quant à l'ascension de la sève, et son élaboration dans les feuilles et l'accroissement des troncs, nous pourrions espérer d'acquiescer à quelque degré de probabilité sur la nutrition végétale.

La sève ascendante s'élève vers les parties foliacées chargées essentiellement (et en laissant de côté les matures terreuses, dont nous parlerons plus tard) d'acide carbonique, ou de matières susceptibles de se changer en acide carbonique; elle perd par l'exhalaison une très-grande partie de l'eau qu'elle contient, et, par la décomposition du gaz acide carbonique, elle perd une grande quantité d'oxygène, et se trouve réduite au carbone.

Cette sève se trouve donc dans une proportion d'éléments très-analogues à la gomme, savoir, de l'eau et du carbone.

Cette gomme, dissoute dans l'eau de végétation, doit b'écouler par les vaisseaux cellulaires, soit dans l'écorce, soit dans le bois, dès que les causes qui déterminent l'ascension rapide de la sève pendant le jour cessent d'avoir lieu; c'est ce qui forme la sève descendante. Celle qui découle le long de l'écorce, ne rencontrant point de résistance ascendante, peut aller sans obstacles jusqu'aux racines. Celle qui découle dans le corps ligneux rencontre la sève ascendante, qui au moins, pendant le jour, l'entraîne avec force; l'une et l'autre, pénètrent avec l'aiguille

aspirée du corps ligneux par les rayons et l'enveloppe mœdullaire, servent à nourrir et à développer le cambium en couche ligneuse et corticale.

Cette gomme, dissoute dans l'eau, peut, en descendant par l'écorce, fournir d'un côté des sécrétions qui s'y forment, de l'autre *h* alimenter le cambium ou ce suc demi-organique qui contient le rudiment des nouvelles couches. La matière gommeuse, qui descend aussi par l'écorce, sert de même à alimenter le cambium ou la nouvelle couche ligneuse; c'est la gomme qui descend par l'écorce que la section annulaire arrête dans sa route, et qu'elle force ainsi à subir l'action des cellules, pour la transformer en lignine, *h* nourrir l'écorce et *h* y développer un bourrelet.

Sur toute sa route, la matière gommeuse peut être absorbée par les cellules qui ne sont pas remplies, et qui ont conservé l'action vitale : ainsi toutes les cellules de l'écorce et du liber (comme autant de petites vessies hygroscopiques) absorbent l'eau gommeuse qui les entoure; chacune d'elles se transforme par son action propre, et peut ainsi, selon sa nature, la transformer en fécule, en sucre, en lignine, avec d'autant plus de facilité, que ces quatre matériaux diffèrent à peine, et que nous avons dans nos laboratoires mêmes la preuve qu'ils peuvent se transformer l'un dans l'autre : c'est ce qui résulte en particulier de ces expériences sur la conversion de la lignine et de l'amidon en sucre hydraté par l'action de l'acide sulfurique. La gomme et le sucre semblent être, dans cette série de décompositions, les états transitoires, et leur extrême solubilité dans l'eau les expose sans cesse à être entraînés vers les organes les plus actifs. La fécule

et la lignine sont d'une nature plus permanente. La fécule se place comme emmagasinée dans les organes qui doivent se développer ultérieurement; elle conserve la matière soluble, protégée contre l'eau par le tégument insoluble qui l'entoure; Enfin la lignine se dépose dans ceux des organes qui ont atteint le dernier terme de leur développement, ou dans les tissus mêmes des membranes végétales, et ne paraît pas de nature à être transportée de nouveau dans d'autres parties. Mais pour bien comprendre l'ensemble de ce mécanisme, il faut avoir égard à l'espèce de mélange qui s'établit nécessairement entre les sèves ascendante et descendante.

La sève ascendante, au moment où elle entre dans les racines, n'est presque que de l'eau, et elle ne semble pas très-notablement changée dans les diverses parties de sa route où on a pu l'observer. Il est à regretter que, dans les analyses des sèves d'orme, de hêtre, de bouleau, de charme et de marronnier, que M. Vauquelin a données (*Expériences sur les sèves des végétaux*, in-8°, Paris, 1799), il ait négligé de comparer la sève prise à différentes hauteurs d'un même arbre, et que même il ait donné si peu de détails sur l'extraction des sèves qu'il a analysées, qu'on n'ose presque rien conclure de ce grand travail sous le rapport physiologique. M. Knight a fait à cet égard une expérience qui tend à prouver que la sève ascendante reçoit quelque addition de molécules dans sa route. Il a vu que la sève d'un *acer platanoides*, prise à fleur de terre, a une pesanteur spécifique de 1,004; qu'à la hauteur d'environ 6 pieds, celle pesant 6toit de 1,008, et à celle de la piéce, 1,012. Ce fait indique qu'elle a reçu quelque addition de matière, et ce savant

physiologiste en a conclu l'existence de nourriture emmagasinée dans certaines parties du végétal (1). C'est évidemment par ces dépôts ou additions d'aliment que la sève ascendante peut servir à développer certains organes, surtout quand ces organes, situés au-dessus des feuilles où naissent avant les feuilles, ne peuvent recevoir de sève descendant par son cours naturel. J'ai déjà indiqué\* la solution de cette question en parlant des dépôts de nourriture dans *YOrganographie* (2) ; mais je dois la reprendre ici avec quelques détails.

La sève descendante dépose sur sa route des matières élaborées là où elle trouve quelque cause de repos : ainsi on trouve fréquemment au-dessous des feuilles une petite tumeur, qu'on nomme *coussinet* (5), et qui pourrait bien contenir quelque nourriture pour le bourgeon. On trouve des tumeurs analogues au-dessus de toutes les articulations. Lorsque les feuilles sont très-rapprochées, elles forment à leur base une espèce de tumeur celluleuse pleine de nourriture, comme on le voit dans la plupart des involucre, notamment ceux des dipsacés, des composés, etc. Ce sont des dépôts de nourriture pour les fleurs futures. Les tubercules sont de même des dépôts formés par la sève descendante, et qui servent ensuite à nourrir les jeunes pousses, jusqu'à ce qu'elles puissent elles-mêmes suffire à leur nourriture. Les racines, les

(1) *V. Tfilns. trans.*, 1809, p. 10; *Trans. hort. soc., TOI. I* p. 390

(2) *ul.* 11, p. 199.

(5) Ce coussinet, développé outre mesure, est ce qui forme les tumeurs de la pomme de terre ananas.

tiges, sont, dans une foule de cas, des matières qui y étaient déposées, parce que ces matières, entraînées par la sève ascendante, se sont portées vers le haut pour nourrir les fleurs et les fruits. M. Mathieu de Dombasle (1) a en particulier très-bien exploité ce phénomène pour les plantes cultivées : il a montré que les plantes qui portent grain ne tirent pas réellement du sol une plus grande quantité de nourriture qu'à l'ordinaire; mais leur sève ascendante entraîne avec elle toute la nourriture déposée dans la tige et la racine, et la transporte dans la graine. Là, outre qu'elle nourrit l'embryon, elle se dépose dans l'albumen ou dans les cotylédons, et elle y reste stationnaire jusqu'à ce que la sève qui sera introduite à la germination, vienne la délayer de nouveau, et la porter dans la radicule ou dans la plumule.

M. Duroclot (2) adopte la même opinion; il pense que toute la sève abonde, transmise à travers le tissu perméable du végétal, se mêle à la sève ascendante pour fournir aux bourgeons les matériaux de leur accroissement, et va fournir aux vaisseaux propres les matériaux de leur sécrétion. On sait, ajoute-t-il, que c'est au moyen d'une diffusion semblable, d'un suc luboré, que s'opèrent et la nutrition et la sécrétion chez les insectes. »

M. Plenk admet aussi (5) ce transport des sucs déposés dans les parties inférieures; il en cite pour exemple le *sedum telephium*, dont la tige, détachée de sa racine et

(1) Ann. de Bot. Tille. vol. IV, p. 198 (1828).

(2) Rech. sur la structure, p. 36.

(3) Physiol. ?e.g. p. 50.

suspendue en l'air, vit, fleurit et fructifie, parce que ses parties supérieures attirent & elles toute la nourriture des parties inférieures. Ce fait se voit non-seulement sur cette plante (1), mais sur une foule de plantes grasses, de plantes bulbeuses et tubéreuses.

Ainsi il faut se garder de considérer l'action des deux sèves comme trop isolée; et, quoiqu'il n'y ait pas de véritable circulation dans les *yugilaux*, il y a un mélange continu de la nourriture préalablement élaborée avec la sève ascendante. Il est vraisemblable que c'est dans les cellules arrondies que se forment principalement ces dépôts de matière gommeuse, sucrée ou féculeuse, etc. Ces cellules sont entourées et comme baignées par l'eau qui s'écoule par les espaces intercellulaires ou peut-être aussi par les vaisseaux. Cette eau peut dissoudre une partie de ces matières, et, étant ainsi chargée, elle s'entraîne avec elle & une autre destination. C'est ainsi que des tubercules ou des bulbes, qui absorbent de l'eau presque pure, perdent une grande quantité de la matière solide qu'ils renfermaient, et que l'on retrouve celle-ci comme dispersée dans les nouvelles productions qui se sont développées. Les pharmaciens savent bien que l'on doit cueillir les racines et la partie inférieure des tiges avant la floraison, parce qu'alors la sève ascendante n'a pas encore rempli ces organes en en tirant les matières qui y sont déposées; tout

---

(i) Les paysans du Jura placent des tiges de *sedum telephium* ou *lie reprise*, suspendues, dans leurs chalets, et regardant comme de très-bon augure lorsqu'elles y fleurissent. C'est en effet un signe qu'il n'y a pas une trop grande quantité d'acide carbonique dans l'air de leur chalet.

le monde sail de même que le receptacle de l'artichaut est comme vidi aprés *la* maturity des fruits.

Comment la sève ascendante, qui développe les bourgeons floraux des arbres doués de la faculté de fleurir avant d'avoir des feuilles, pourrait-elle les nourrir, sinon parce qu'elle trouve sur sa route de la nourriture déposée à l'avance, et qu'elle enrafne avec elle? Aussi n'est-ce jamais dans des plantes annuelles que les fleurs naissent avant les feuilles; car elles ne trouveraient point de nourriture préparée. Cela a toujours lieu ou sur des tiges ligneuses, ou plus souvent sur des plantes bulbueuses ou tubéreuses, qui présentent ainsi un grand magasin de nourriture préparée à l'avance.

Il arrive souvent que des arbres plantés au printemps développent leurs bourgeons et meurent quelque temps après, sans avoir poussé de racines. Us ont vécu et poussé pendant cet intervalle aux dépens des matières déposées l'année précédente dans leur tissu (1). Mustel (2) arracha un mois de novembre deux jeunes peupliers d'Italie, crus dans un bon terrain, et les planta dans un mauvais sol. Us pesaient à cette époque six livres et quelques onces. L'année suivante, il les arrocha au même temps : ils avaient poussé quelques racines; mais l'aspect de leur apparence générale était celle de la soufre. Us ne pesaient plus que quatre livres et quelques onces: c'est que, pendant cette année, toutes les parties supérieures avaient vécu aux dépens de la nourriture accumulée dans le tronc. Il les planta alors dans un bon ter-

---

(1) Chaptal., Chim. ag., I, p. 300.

(2) Traill de la végét., II, p. 151.

soft.

## M<sup>T</sup>TKITION.

rain. Deux ans aprfes, ils pesaient prfes de neuf livres , parce qu'ils avaient fix6 dans leur tissu une grande quantity de nourriture.

Les plantes parasites d6pourvaes de feuilles font exception k cette rtgle, parce qu'eiles tirent d'une autre plante feuill6e un suc *di*h <5labor6. Si, comme on peut le croire de quelques orobanches , et surtout de nos orchid6es sans feuilles (*Hmodorum abortivum* , *ophrys nidus avis*), il est des plantes qui fleurissent sans avoir eu de feuilles, et sans 6\re actuellement parasites : c'est qu'eiles ont 6i6 parasites dans leur jeune 6ge; qu'alors elles ont aspir6 de la s6ve charg6e de nourriture 6labor6e par des feuilles; qu'eiles l'ont conserv6e en d6sp6t dans leur partie inf6rieure, et leur propre s6ve Pa ensuite entrainee dans leurs fleurs et dans leurs fruits.

Dans les v6g6taux qui ont deux sortes de bourgeons , les uns ii fleurs, les autres & feuilles, il peut arriver que ceux & fleurs naissent les premiers (*gemma proterantha*), ou avec les autres (*synanthece*), ou npr6s eux (*hystcranthea*). Les fleurs de la premi6re sorte se nomment aussi *precict*, et les anciens les d6signaient sous le nom bizarre de *filius ante patron*, par exemple ! le tussilage , Farnadicr. Dans les deux premiers cas, les fleurs sont d6velopp6es et nourries 6videmment par la nourriture accumul^e, d6s l'ann6e pr6c6dente, dans ou pr6s la base du bourgeon. Dans le troisi6me, elles sont nourries, soit par cette s6ve, soit par celle que leurs propres feuilles peuvent leur fournir. Il en est de m6me des bourgeons mixtes , ou qui portent des fleurs et des feuilles.

Nous trouverons encore des preuves de details en faveur de ce transport de nourriture , dans la manif6re

donc, à la maturation, les placentas sont coïncidés par l'action des graines; et à la germination, les albumens le sont par celle des embryons, et les cotyledons charnus par l'alimentation des radicules. Nous voyons de même la moelle dépouillée de ses sucs par l'action des jeunes pousses, et les racines vivaces servir évidemment à nourrir les tiges nouvelles. Je ne citerai qu'un exemple de ce dernier fait, parce qu'il est frappant, et qu'il repose sur une culture où il est facile à vérifier: c'est celui tiré de la végétation des asperges de nos jardins. Pendant la première année, l'eau de la sève traverse les racines, arrive aux parties foliacées, s'y dilabore, et redescend, sous forme de sue nourricier, se placer dans les nœuds; celles-ci grossissent, et, l'année suivante, donnent naissance à des turions mieux nourris, parce que la sève ascendante, en traversant ces racines, se charge d'une partie des molécules alimentaires qui y existent. Si on coupe les turions trop tôt, ou en trop grande quantité, on relance les organes foliacés, et les racines reçoivent moins de nourriture. L'année suivante, les turions qui poussent sont plus faibles et moins nombreux. Cette théorie, que la pratique des jardins rend claire pour l'asperge, est vraie de la végétation de toutes les plantes dites vivaces.

Les agriculteurs savent depuis long-temps que les herbes trop broutées en automne donnent des pousses moins vigoureuses au printemps, parce qu'il s'est accumulé moins de matière nutritive dans leurs racines.

Dans les arbres, la tige entière joue le même rôle que les racines des plantes vivaces; aussi voyons-nous que le bois est plus pesant, plus chargé de matière subéreuse.

Les pinnies herbacées sont annuelles, lorsque leurs racines ou leurs tiges ne peuvent se remplir d'une suffisante quantité de nourriture, parce que les fleurs se développent en grand nombre la première année, et absorbent vers la fin de l'été la nourriture déposée par la végétation : aussi peut-on, en général, retarder la mort des plantes annuelles, lorsqu'on parvient, par quelque artifice qui ne nuise pas d'ailleurs à leur santé, à les empêcher de fleurir, ou tout au moins de porter des graines.

Les plantes bisannuelles sont celles qui, pendant toute la première année, déposent dans leurs parties inférieures, puis qui l'année suivante poussent un nombre assez considérable de fleurs et de fruits pour s'emparer de cette nourriture accumulée, au point d'empêcher totalement le développement, et d'affaiblir les parties inférieures. Dans quelques plantes, cette seconde période arrive au bout seulement de plusieurs années, comme on le voit dans les agave; et pour que la floraison de ces plantes tue la racine, il faut qu'elle soit d'autant plus abondante, que le dépôt de nourriture est plus considérable. La rapidité extraordinaire du développement de ces plantes tient à ce qu'elles n'ont point à élaborer alors leur suc toute crue, mais simplement à porter sur les fleurs et les fruits une nourriture préparée depuis longtemps.

Ainsi, toutes les parties ascendantes des végétaux sont développées par la sève qui s'élève des racines le long du corps ligneux : celle si elle arrive ordinairement crue ou sans élaboration sensible, aux organes foliacés, qui ont la charge de la changer en suc nourricier. Dans certains cas, au contraire, et notamment lorsqu'elle tend vers un

organe fructificateur, elle trouve vers la base de cet organe une masse de tissu cellulaire arrondi; Elle, son mouvement se ralentit: elle délaye ou dissout les matières solubles contenues dans les cellules qu'elle baigne; et lorsqu'elle est aspirée dans la fleur ou le fruit, le turion ou le bourgeon, elle n'y arrive plus & *Vital* d'eau presque pure, mais & l'état d'eau chargée de matières alimentaires.

Cet effet peut se produire, ou par le délayement dans l'eau des matières gommeuses sucrées ou farineuses contenues sous forme solide dans les cellules, ou par le mélange avec l'eau des sucs qui découlent de la partie supérieure, ou qui sont sécrétés dans certaines places par le suc nourricier.



## CHAPITRE Vffl.

### *Des Sues secrétés en général.*

LE sang des animaux remplit deux offices distincts : i° il dépose dans tout le corps les matériaux nécessaires & la nutrition des organes; a° il subit dans certains organes spatiaux, nommés *glandes*, une opération qu'on appelle *secretion*, de laquelle il résulte la formation de certains sues particuliers.

Nous avons, dans le chapitre précédent, essayé de montrer que les matières gommeuses élaborées dans les feuilles ou les organes folioles de l'arbre, remplissent le premier de ces offices, en se modifiant l'année, de manière à former la fécule, le sucre et la lignine. Tâchons donc de déterminer si les végétaux présentent aussi des sécrétions possibles à reconnaître.

Les zoologistes aiment à étudier des faits où les organes glandulaires sont très-apparens, connaissent bien leur position et leur structure; ils peuvent suivre avec facilité la route des sues sécrétés, les isoler de tout autre, et soumettre à des analyses régulières. Malgré cette facilité, ils conviennent que les sécrétions sont l'un des phénomènes les plus obscurs de la physiologie. Combien cette conclusion n'est-elle pas plus juste encore, quand il s'agit du règne végétal! Les organes glandulaires sont peu apparens, et leur structure intérieure est presque connue; les sues sont souvent très-difficiles à séparer de

matures qui les entourent, de sorte que les analyses offrent presque toutes plus ou moins d'ambiguïté.

Observons d'abord que, dans le sens strict du mot *sécrétion*, qui veut dire *choix*, tout dépôt de nourriture mériterait d'être considéré comme tel. Ainsi, dans les animaux, la matière déposée par le sang dans la chair musculaire, par exemple, ou dans les os est tout aussi bien le résultat d'un choix, que celle qui est extraite du sang par les reins ou les glandes salivaires. C'est donc un peu arbitrairement qu'on a réservé le terme de *sécrétion* pour celles qui sont opérées par des glandes. Il est des cas où Von est dans le doute sur l'expression qu'on doit employer: ainsi, la matière pierreuse, formée par le moignon pulpeux du fond de l'alvéole dentaire, est souvent considérée comme une *sécrétion*, quoique ce moignon ne soit pas une véritable glande. Les cellules calcaires et le sudé par le mucus des mollusques, le corps muqueux qui colore la peau des vertébrés, etc., sont bien aussi des sortes de sécrétions, quoique les corps qui les fournissent ne soient pas des glandes. Dans ce sens général, le mot de *sécrétion* est seulement à désigner par lequel une surface quelconque d'un corps organisé forme ou transmet une matière spéciale, et qui n'est pas semblable à ce dépôt homogène et plus imité qui constitue la nutrition des organes.

En appliquant ces considérations au règne végétal, on pourrait dire que par lequel une cellule forme du sucre, est aussi bien une *sécrétion* vitale que celui par lequel une autre cellule forme de la résine ou de l'huile volatile. Mais nous ne lui donnons pas ce nom, parce que le sucre, la fécule, le lignin et la gomme tout

quatre aiatifere6 si universellement r6panducs dansleft vé- gélaux et dans la plupart de leurs organcs ,que nous poo- voos les coDsiderer comme constituent la nutrition pro- prement dite; tons les autres produits élant plus ou moins spéciaux, ou & certaines plantes, ou h certains organes, nous pouvons les assiiniler mix sferflions ani- malcs prises dans le sens très-vasteque j'ai indiqu& tout à l'hcure,

Ces produits peuvent se diviser en plusioui^ classes g6n<frales, qu'il est possible d'indiquer en lli^orie, inais auxquelles, dans chaque cas particulier, il csl difficile de rapporter chacun d'qux, au moins quant au rfegec vegetal.

i°. Il est des sues formés par des corps ^videmmencl glandulaires» et qui sojit tout aussi fvidrmment destinés ii être rejet6s au dehors; ce soul de véritables *sécrétions excrpnentiticeUes*, ou *excrétions* : tels sont dans- les ani- maux Turine ou la matfrre huileuse qui oint les plun^os dc» oi^eaux aquatiques; tels sont dans les vég&aux le nectar ou le sue *sicriiii* qui se trouve dans la cavité *si- tuée h* la base du poil de l'ortie.

9°. Il est d'aulressucs aussi fonn6s par *des* corps glan- dulaires, niais qui sont deslin6^ h restor dans Ic coqio, ou qui ne sortent qu'accessoirement on accidentellement: tels sont dans les animaux la bile et la salive; tels sont dans les v^taux Thnile volatile ou les sues rtisineux.

5°. Infin, il csl des sues 5j)écinux produits par des or- ganes oil nousneconnaissons pas la structure glandulaire . mais que nous rapprochons *des* sécrétions u' raison d« leur nature, propre h cenains {fires, et non coniuuinc k uae grande partie du rfegec: tels sont dans lo\* animaux

la mucosité qui colore la peau, la sécrétion de la matière catarrhale, des coquilles, des mollusques, ou de la croûte des oeufs; tels sont dans les végétaux une foule de produits spéciaux dont l'origine est peu ou point connue, et dont nous ne pouvons déterminer le véritable rôle. Essayons de faire comprendre la difficulté réelle de cette appréciation.

Si je me suis fait une idée juste de la structure végétale, chaque cellule peut être considérée sous ce rapport comme une vésicule organique et vivante qui est enfoncée ou cavité dans lesquelles abordent des liquides ou de cellules remplies elles-mêmes de liquides. Dans l'un et l'autre cas, mais surtout dans le premier, la vésicule, par sa vitalité propre, absorbe une partie du fluide qui l'entoure; ce fluide est ou de l'eau pure, et alors elle en est simplement imprégnée et imbibée; ou de l'eau plus ou moins chargée de matière goniméuse, élaborée dans les feuilles, et d'autres matières alimentaires qui peuvent se trouver associées avec la sève dans les divers parties. La vésicule qui l'a absorbée lui fait subir une action déterminée d'après sa propre nature, et cette action modifie les matériaux contenus dans la cellule, de manière à en faire ou d'une des manières connues que nous avons considérées dans le chapitre précédent, ou d'une des matières que nous aurons bientôt à examiner, telles que les huiles volatiles, les résines, etc. Certains faits analogues à la nature des cellules jouent le même rôle sous ce rapport. Il y a quelque probabilité que les mouvements remarquables des molécules que Von a observés, soit dans les cellules, soit dans certains vaisseaux, sont liés à CO

grand phénomène de sécrétion. Les matures ainsi localement élaborés peuvent, ou rester dans les cellules ou les vaisseaux qui leur ont donné naissance, ou s'extravaser au dehors, et donner lieu, soit à des excrétions, soit à des transports de matières d'une partie à l'autre du tissu : ces deux opérations peuvent avoir lieu ou simultanément, ou accidentellement.

Tous ceux de ces sucs qui ne sont pas évidemment et habituellement excrétés au dehors, et qui sont assez abondants pour remplir certaines cavités, ont reçu collectivement le nom de *sucs propres*. On a voulu indiquer par ce terme, que, tandis que la lymphe ou la sève ascendante était sensiblement de même nature dans toutes les plantes, ces sucs avaient chacun leur nature qui leur était propre. Ces sucs se produisent dans les parties foliaires ou corticales par des cellules ou membranes de nature principalement glandulaire; habitude qu'ils ont, lorsqu'ils sont abondants, s'extravasent au dehors et s'ouvrent à eux-mêmes des routes directes dans le végétal en comprimant les cellules voisines, et en formant ainsi des espèces de sacs tubuleux dont les parois sont plus épaissies que les membranes ordinaires, parce qu'elles sont épaissies par le tassement de plusieurs membranes, à peu près comme le sac que se forment les anévrysmes enkystés des animaux. Dans le premier cas, les sucs sécrétés sont comme stationnaires; dans le second, ils découlent lentement de haut en bas dans le végétal.

Outre la particularité propre à tous les sucs que nous venons de voir ici sous le nom de sucs propres, il y a encore

sont deux autres caractères généraux qui nous ont décidé, dans certains cas, à rapporter à cette classe telle ou telle matière dont l'origine est ambiguë. Ces caractères sont :

1°. Qu'un lieu d'être composé de carbone et d'hydrogène, ou des éléments de l'eau dans la proportion voulue pour composer ces liquides, ils offrent toujours ou de l'hydrogène, ou plus rarement de l'oxygène en excès, et plusieurs d'entre eux sont assez notablement munis d'azote. Cette composition, beaucoup plus éloignée que celle des matières hydrocarbonées de ce qui semble devoir être formé par l'action immédiate des feuilles, annonce que ces sucs sont produits par des opérations ultérieures et plus compliquées.

Les sucs, lorsqu'ils sont placés de manière qu'un végétal vivant puisse les absorber par ses racines, agissent avec plus ou moins d'énergie sur lui comme de véritables poisons; et cet effet a lieu, soit lorsqu'on les fait absorber à un végétal, soit lorsqu'on les fait absorber à un animal vivant, ou à un animal même qui les a sécrétés. (Voy. liv. V, chap. XII, des *Empoisonnements des végétaux*.) Cette circonstance tend à prouver que ces sucs sont très-distincts des sucs nourriciers, et doivent être renfermés dans des cavités spéciales.

Après ces considérations générales, il nous reste à passer en revue ces différents sucs. Pour abréger ce sujet si obscur, nous suivrons l'ordre indiqué plus haut, qui a l'avantage de nous présenter en premier lieu les excréments proprement dits, dont l'histoire est moins obscure, parce que les noms en sont explicites; en second lieu, les sécrétions oxaliques.

titielles dont l'histoire chimique offre au moins quelque base d'examen, et de rejeter au dernier rang ces matières formées dans l'intérieur, et souvent mêlées avec une foule de substances diverses.

Il est sans doute inutile d'averlir ici de nouveau que ce n'est point un Traité de chimie végétale que nous écrivons, mais que nous choisissons dans les documents fournis par la chimie, ceux qui peuvent éclairer la physiologie. Je ne doute point que ces uns trouveront que j'aurais dû ombrer toute la partie purement chimique de cette Enumeration, et que d'autres penseront qu'elle aurait dû être traitée avec plus de détails encore. J'accorde ce qu'il peut y avoir de soutenable dans ces deux opinions extrêmes, entre lesquelles j'ai lâché de me maintenir. Je sais que cette partie de la chimie est, de toutes, la plus obscure; je m'attends et je dirai volontiers, j'espère que d'ici à peu d'années, l'Énumération que je présente ici deviendra superflue ou surannée; mais j'ai l'opinion que, dans l'état actuel des choses, elle pourra devenir utile, comme essai de liaison entre deux sciences qui sont trop récemment rattachées dans les monies actuels.

---

## CHAPITRE IX.

### *Des, Excrétions.*

Nous appliquons le nom d'excrétion, non pas à toutes les matières qu'on trouve accidentellement rejetées au dehors de certains végétaux, comme on le voit souvent des gommes, des résines, ou des gommes-résines extravasées, mais nous le réservons pour celles qui s'écoulent constamment et régulièrement de certains organes. Les excrétions accidentelles des matures résineuses ou gommeuses seront ou ont été mentionnées à l'occasion de leur état le plus ordinaire. Nous passerons rapidement en revue les autres excrétions, non sans doute pour les énumérer toutes, mais pour en indiquer les classes, et citer les exemples principaux de chacune d'elles.

#### §. 1. Excrétions volatiles.

La plus singulière des excrétions végétales est celle de la fraxinelle. On sait que si à la fin d'un beau jour d'été clair et sec, on approche une lumière de la sommité de la plante, il se dégage une vapeur dont il se forme une flamme légère très-passagère, et qui ne fait aucun mal à la plante. Cette matière inflammable n'est point du gaz hydrogène, comme M. Th. de Saussure s'en est assuré, en recevant dans un ballon les vapeurs qui peuvent s'élever de la plante : il paraît qu'il s'agit d'une huile volatile, que l'humidité fait développer

des petites glandes qui couvrent la surface de la tige. La fraxinelle<sup>?</sup> blanche, qui a moins de goudres, présente le phénomène d'une manure moins intense que la rouge.

Il est vraisemblable que l'origine de plusieurs odeurs est analogue à l'excrétion volatile de la fraxinelle; mais comme le phénomène des odeurs végétales est très-complexe, je le traiterai à part dans une autre occasion. {Voy. liv. IV, chap. IX, §. 1.) Je citerai seulement ici les faits suivans, comme exemples d'excrétion volatile remarquables.

M. Chevallier {Ann. sc. nat. I, p. 444) avait dit avec M. Lossoigne, qu'il existe du sous-carbonate d'ammoniac dans le *chenopodium vulvaria*; il a recueilli la vapeur de cette plante par un entonnoir communiquant avec de l'acide hydrochlorique. Le gaz « produit des vapeurs blanches, qui étaient de l'hydrochlorate d'ammoniac libre pendant sa végétation. MM<sup>e</sup> Chevallier et Boullay ont vu le même fait sur plusieurs fleurs, même celles dont l'odeur est agréable. H. Sprengel (i) assure que les pinnes maritimes exhalent du chlore, principalement pendant la nuit. Celui qui est exhalé quand le soleil est sur l'horizon est changé aussitôt en acide hydrochlorique. Je cite ces faits pour attirer sur eux l'attention des savans, mais sans en donner assez de détail pour les garantir.

---

(i) *Karstner Archiv.*, VII, p. 161; *Bull. des sc. chiro.*, X, p. 169.

## §. a. txcrlions acides.

Qoique les acides soient, comme nous le verrons plus tard, très-fr<sup>^</sup>quens dans Ics végétaux, il est rare qu'ils soient excr<sup>és</sup> par eux. On n'en connaît qu'un petit nombre d'exemples : ninsi on suit que Ics glandes qui terminent les foils du *cicer arietinum* ou pois chiche suinent une liqueur acide, qu'on a cru quelque temps être un acido particulier (acide cicé<sup>^</sup>rique), mais que les chimistes considèrent aujourd'hui comme un mélange de l'acide malique avec de l'acide oxalique et acétique, selon Vauquelin et Dé<sup>^</sup>cux, et seulement avec de l'acide malique selon Dulong (1).

Les baies du *rhus typhinum* et quelques espèces analogues <sup>^</sup>ippées vinaigrées en français, et d'un nom analogue dans les autres langues, exhalent une odeur acide très-prononcée. Celles du *rhus glabrum* ont été examinées par M. Cozzens (2), il a trouvé que la liqueur acide réside essentiellement à la surface, et dans (ou sur) les poils qui la recouvrent; que cet acide est de l'acide malique presque pur, tandis que la baie même paraît contenir un peu d'acide gallique.

Les feuilles du *rosa rubiginosa* exhalent aussi par leurs glandes une odeur également acidule.

On retrouve un acide bien développé dans la pulpe de fruits du tamarin, que nous mentionnerons plus tard.

Je pense que c'est à quelque excrétion acide qu'est

(1) Journ. pharm., 1826» p. 111.

(2) *Jnnalso/Lyc. New York*, I, p. 43.

dû le singulier phénomène que présente le *patellarla immersa* et quelques autres lichens. Les suçoirs de ces végétaux s'enfoncent sous la pierre calcaire h mesure qu'ils avancent en âge, & peu-près comme certains vers marins pénètrent dans les pierres. On ne peut attribuer enfoncement des suçoirs de lichens h aucun frottement, et il est très-possible d'admettre, comme M. Fleuriau de Bellevue l'a établi pour les vers marins, que c'est une liqueur composée d'eau (probablement oxalique) excrétée par la plante, qui décompose le carbonate de chaux et détermine enfoncement du lichen. On remarque, en effet, que (quand ces mêmes lichens rencontrent une veine de pierre de nature différente, ils ne s'y enfoncent pas.

Serait-ce par quelque excretion analogue qu'un grand nombre de lichens et même d'algues adhèrent aux rochers calcaires sans être munis de véritables crampons?

M. Plenck assure que le *boletus suberosus* transsude un suc légèrement acide qui, exposé h l'air, se cristallise en acide saccharique très-pur.

### §. 3. Excretion caustiques.

Il est quelques végétaux dont les feuilles sont pourvues de glandes creuses, qui sont remplies d'un liquide caustique; cette glande est surmontée par un poil qui sort de conduit excréteur. Cet appareil est décrit dans l'organographie sous le nom de *polls excretorials* (I. p. 100); elles sont les glandes de Fortio, *dujatropa urens*, du *malpighia urens*, etc. Lorsqu'on presse le poil sur sa base agit sur la glande; le liquide sort en suivant le canal

que le poil lui présente, et va se verser dans le corps qui a pressé le poil; si ce corps est mou, il reçoit cette liqueur caustique, et on connaît la sensation qu'elle fait éprouver pour peu qu'on ait imprudemment touché des orties. Il est des espèces où les poils sont assez gros pour que ce mécanisme soit visible à l'œil; il est difficile de n'y pas voir une défense pour la plante qui en est munie, et de n'être pas frappé des rapports de cette structure avec celle des dents à venin des serpents. Au reste, après la mort de la feuille la sécrétion cesse et l'ortie peut impunément être touchée; quand les poils sont mouillés, ils plient au lieu de presser la glande, et la piquette n'a pas lieu.

La chimie n'a point encore fait connaître la nature de ces excretions caustiques des glandes munies de poils excréteurs. La similitude des propriétés qu'elles présentent dans des plantes, d'ailleurs très-dissimilaires, peut faire penser qu'on trouvera dans toutes quelque principe identique ou analogue. Mon fils a reconnu que le suc des glandes de l'ortie verdit le sirop de violette, et contient par conséquent quelque matière alcaline. J'indique cette analyse aux chimistes, en les invitant à faire comparativement celle des liqueurs des glandes des molliques bruyantes et *Azadirachta indica*. J'ai jadis expérimenté que si l'on se pique avec les poils de cette dernière plante, il en résulte promptement sur la peau une vésicule pleine de suc; si on prend ce suc recueilli et qu'on se l'applique, on peut faire naître une seconde vésicule semblable à la première, soit parce qu'il y reste encore une quantité suffisante du venin de l'ortie, soit parce que le suc animal formé par celui-ci panacée de sa nature fixe.

§. 1|. Exertions diverses des glandes et des poils.

Dans un très-grand nombre de plantes, les poils sont terminés par des glandes arrondies qui sécrètent une humeur gluante, mais dont la nature et les propriétés ont été rarement explorées : c'est ainsi, par exemple, que les poils simples ont souvent de plusieurs crochets et jalouffes, une forme très-visible. La *Iris glauca* est remarquable parmi les graminales, par ses glandes sécrétant, qui sécrètent une matière gluante.

Ailleurs, on trouve des glandes sessiles qui sécrètent aussi des substances : ainsi, dans la plupart des labiales, on trouve des globules résineux, qui sortent de la surface des feuilles des Labiales, et paraissent formés par des glandes. Ceux qu'on trouve sur le pétiole et le bord des feuilles des rosacées, sur les pétioles communs de la plupart des mimosées, et qu'on nomme glandes & godet, sécrètent quelquefois une humeur sensible. On assure que les glandes de résine qu'on trouve sur les feuilles des pins sortent de leurs stomates, qui se rapprocheraient dans ce cas du rôle des glandes. Les feuilles et les fruits du cassis [*Viburnum nigrum*] sont recouverts de points résineux, qui paraissent sécréter de la gomme «cassia», et qui donnent à ces fruits leur odeur et leur saveur. La surface interne du calice de *Physalis alkekengi* est cou-

---

(i) Je me sert de ce terme pour indiquer une matière qui est poisseuse, mais dont je ne puis dire si elle est soluble dans l'eau, ou qu'elle est insoluble dans l'eau; ou qu'elle est soluble dans l'eau.

verle (Tune couche de globules d'un goût très-amer, et qui semblent suinter par des glandes imperceptibles, etc.

Enfin, les poils eux-mêmes, dans certains cas, quoiqu'on n'y voie point d'organisation glandulaire bien sensible, suintent dans plusieurs plantes des matifères visqueuses ou gommeuses; tels sont les poils des drosera, de plusieurs primevères, du *cerastium viscosum*, de la *salvia glutinosa*, du *cuphea viscosa*, etc., etc.

Je n'indique que les classes générales de ces sécrétions : Enumeration détaillée des cas serait inutile et fastidieuse, tant qu'on ne pourrait y joindre quelques indications sur la nature des produits.

#### §. 5. Excretions gommeuses des surfaces coralliques ou foliacées

Un grand nombre de végétaux suintent par leurs feuilles ou leurs écorces encore vertes, des matifères gommeuses dont la nature chimique est peu connue<sup>4</sup>, et paraît différer d'une plante à l'autre. Ces matifères sont évidemment créées près de la surface, sans qu'on puisse reconnaître l'organe secrétaire. Nous devons nous borner à en citer quelques exemples, pour attirer l'attention des anatomistes sur leur origine, et celle des chimistes sur leur composition.

Sous ce dernier rapport, on peut distinguer ici deux classes dans ces matières excrétées : celles qui sont solubles à l'eau, et que M. Hnyne (i) a proposé de nommer gommeuses; celles qui ne sont pas solubles à l'eau, et que le même botaniste a nommées visqueuses. Il cite

---

(i) *Termini botanici*, I, p. 6.

comme exemple de la première classe les matures produites par les primevères glutineuses; et pour la seconde, l'exsudation du *cerastium viscosum*. Cette distinction est applicable, non-seulement aux excréments désignés dans cet article, mais encore à ceux qui proviennent de poils ou glandes spéciales. Mais on conçoit que sous chacune de ces séries, il existe encore bien des malifères de nature différente. Comme elles n'ont encore &t& analyses que rarement, et d'une manière incomplète, je me contenterai d'en citer ici quelques exemples. Presque toutes celles qui sortent des surfaces sans appareil glandulaire visible, appartiennent à la série des matières visqueuses proprement dites, ou insolubles dans l'eau.

Ainsi les parties supérieures de plusieurs silènes, de quelques gypsophiles, etc., ont une exsudation très-visqueuse, en quantité peu abondante, et qui conserve longtemps sa viscosité après que la plante est coupée et desséchée. Les jeunes rameaux du *robinia viscosa* présentent cette exsudation gluante en quantité considérable; elle y semble formée par de très-petites glandes superficielles. Ces exsudations paraissent identiques avec une matière particulière, la glu, qu'on retire ordinairement par ébullition et la fermentation des couches intérieures moyennes de l'écorce du houx, mais qui ne suinte pas naturellement. Elle semble exister dans les baies du gui et dans celles de quelques cactées. M. La Planche, l'a indiquée dans la racine de polypode (i). La glu qui exsude des plantes est verte; elle se combine avec les huiles, et forme dans l'eau une dissolution d'un

---

(i) *Giorn. di Fisica*, 1812; *Journ. pharm.*, t. 1, p. 336.

vert foncé; mais je n'ose insister sur ces caractères, TU que les chimistes ont plus étudié la glu artificielle que la glu naturelle(i).

Les bourgeons de plusieurs arbres sont enduits d'une matière visqueuse évidemment sécrétée par eux, et qui est insoluble, ou peu soluble à l'eau dans son état ordinaire, sert à mettre les jeunes pousses à l'abri de l'humidité. Cette matière, qui est abondante dans le peuplier noir, a été analysée par M. Schroeder en 1804 (\*). Lorsqu'on fait bouillir les bourgeons dans l'eau, ils fournissent les 0,125 de leur poids d'une matière d'un blanc jaunâtre, qui a tous les caractères d'une résine, et paraît fort analogue à la résine jaune de Botany-Bay, dont l'origine est peu connue; les bourgeons de plusieurs arbres rosacés à noyau, offrent une exsudation analogue, au moins sous le rapport physiologique. Elle est surtout très-visible dans l'orme marronnier d'Inde, où elle mériterait d'être étudiée sous le rapport chimique. Cette exsudation résineuse manque en général dans les bourgeons velus et l'extrémité; probablement les poils servent au même but en entourant les bourgeons d'une couche d'air captif, qui les abrite aussi contre l'eau.

Les feuilles, et surtout les écorces de plusieurs espèces de cistes, et notamment du *cistus creticus*, sont recouvertes d'une matière gluante connue sous le nom de

(1) Bouillon La Grange. Ann. de chim., 56, p. 24; Vauquelin, Ann. de chim., Q8, p. 224; Thomps., Syst. chim., 4. P. 38; Thénard, Chim., 3, p. 583.

(2) Gmelin, Journ., G, p. 598; Thomsen, Syst. chim., 4. P. 15fi.

*ladanum* ou *labdanum*. On la récolte en frappant l'écorce, dans les temps humides, avec des lanifères de cuir auxquelles cette matière s'attache. Elle paraît contenir une résine accompagnée d'un peu d'huile volatile, et mêlée avec de la gomme (1).

L'épiderme des jeunes pousses de bouleau laisse suinter une matière légèrement visqueuse et odorante qui embaume l'air au printemps dans les pays du nord, et qui, dit-on, communique son odeur aux cuirs tannés avec cette écorce, comme on le fait en Russie. M. Chevreul a isolé cette matière résineuse, et lui a donné le nom de *bétuline*. Par l'action du feu elle se volatilise en fumée blanche et odorante, et se sublime en aiguilles.

Les feuilles de *psidia glutinosa*, et surtout les involucres de cette plante, avant le développement des fleurs, laissent suinter une liqueur gluante, blancheâtre, un peu odorante, qui paraît d'une nature très-particulière. Plusieurs autres composés ont surtout vers leurs parties supérieures des exsudations glassement dont la nature n'a pas été déterminée.

Parmi les monocotylédons, nous trouvons le *cyperus viscosus*, qui produit une viscosité sans glandes apparentes.

Parmi les végétaux cellulaires, plusieurs champignons charnus ont la surface revêtue de sucs visqueux ou glutineux, dont la nature est peu ou point connue.

(1) Thomps., Syst. chim. 411 × 155\*

## §. 6. Excretions circuses.

Un grand nombre de plantes se caractérisent par la surface de divers organes d'une matière cirreuse (ou peut-être quelquefois résineuse) qui en sort sous forme liquide, mais qui se concrète à l'air, et, selon sa quantité, se présente tantôt comme une véritable couche de cire, tantôt comme une simple efflorescence grisâtre connue sous le nom de *poussière glauque*. Dans l'un et l'autre cas, cette matière, évidemment immiscible à l'eau, mais soluble à chaud dans l'alcool, ou mieux encore dans l'éther, sert évidemment à protéger contre l'humidité les surfaces qu'elle recouvre, lesquelles sont en général glabres et charnues. Les tiges des arbustes exotiques offrent quelquefois ce genre d'efflorescence : on l'observe en particulier sur les tiges du *rubus occidentalis*, et sur l'écorce de plusieurs saules; mais les exemples les plus frappants de ces excretions caulinaires sont fournis par quelques palmiers qui présentent la sécrétion de la cire à un degré remarquable par sa quantité. Ainsi, le cocotier, l'iriac, ont leur tronc recouvert d'une couche de cire assez épaisse pour qu'il vaille la peine de la recueillir. Nous manquons de documents sur l'histoire de ces arbres étrangers. Il est vraisemblable que cette matière se forme dans les surfaces du bourgeon, et découle de là sur le tronc. On assure que le cocotier en fournit aussi à la surface supérieure des feuilles (1). M. Bonpland (2) a

---

(1) Journ. de pharmacie, 1828, p. 349.

(2) *Ibid.*, p. 351.

obtenu de la cire de céroxyton, qu'on nomme *cera de palma*, une matière qu'il classe dans les sous-résines, et qu'il nomme *céroxyline*. Elle est phosphorescente, et cristallise en rameaux étendus, partant de sortes de ganglions.

Nous pouvons suivre avec plus de précision l'histoire des efflorescences glauques et circuses, qui sont beaucoup plus communes dans la nature, et surtout dans les végétaux que nous observons tous les jours. Cette poussière glauque recouvre les feuilles des choux, des embryantes et d'une foule d'autres végétaux glabres mous ou charnus. L'un des genres où ces efflorescences sont le plus remarquables par la grosseur des grains, est celui de l'alriplex : ces grains y ont un aspect cristallin, et ont été pris pour des glandes par Guettard, qui les nommait glandes *globulaires*. L'effet le plus remarquable des poussières glauques est d'altérer la couleur du feuillage, qui devient d'autant plus gris, qu'une couche plus épaisse de poussière glauque masque mieux sa couleur verte. L'utilité de cette poussière comme défense contre l'humidité a été d'abord signalée par M. Bouquet (1), qui a vu que lorsque l'on plonge dans l'eau les organes recouverts de cette poussière, ils en ressortent sans être mouillés; la cirque agit ainsi sur eux comme l'huile qui enduit les plumes du cygne et du canard, et les empêche de se mouiller. Une circonstance singulière, c'est que deux autres causes très-différentes de celle-ci ont à la fois le double résultat de rendre les feuilles grises, et de les empêcher de se

---

(i) Journ. de physique.

mouiller, savoir : la présence de pelils poils couches et serrés, comme on le voit sur la surface inférieure des feuilles de framboisier, et l'exfoliation de l'épiderme des feuilles de l'acacia ou des pitcairnia. Dans ces deux cas, l'air retenu captif sur la feuille, ou par les poils ou par les pellicules, empêche l'eau de toucher immédiatement la feuille, comme le fait la couche de cire.

La cire se forme sur un grand nombre de feuilles sans être apparente à leur surface sous forme efflorescente; elle est assez abondante dans celle du peuplier, pour qu'on ait assuré qu'en 1770 on avait essayé en Italie une fabrication de cire linte de cet arbre (1). Proust l'a découverte dans le pollen des fleurs et dans la fécule verte de plusieurs plantes, et notamment dans le chou (a). M. Fauré en a trouvé 0,014 dans l'écorce du buis (5). Tingry a reconnu que la cire des feuilles a toutes les propriétés de la cire des abeilles (4)« Il paraît certain que c'est cette matière elle-même ou en vernis sur la surface des feuilles, qui permet à un grand nombre d'entre elles de ne pas se mouiller quand on les plonge dans l'eau.

Quelques fruits charnus ont aussi sur leur surface une excréation analogue. Probst en a trouvé sur l'écorce de Torange; mais l'exemple le plus connu est celui de la prune, où cette poussière glauque a particulièrement reçu le nom populaire de *fleur du fruit*. De tous les végétaux, celui où cette excréation est la plus

(1) Thompson, *Spt. de chim.*, '4 » p. 156.

(2) *Journ. tic pliyl.*, 56, p. 87.

(3) *Journ. pliarm.*, 1850, p. 435.

(4) *Eucyclop. mèll. physiol. vdgct.*, p. 100.

obondante, est le *myrica cerifera*, ou drier de la Louisiane (1). Ses fruits sont couverts d'une couche de cire fort épaisse; on les récolte dans ce but. On les jette dans de l'eau bouillante; celle-ci fait fondre la cire qui vient flotter à la surface; on l'enlève avec une écumeuse ou en décantant le vase, et on obtient ainsi une cire qui, quoiqu'elle soit verdâtre, fait des bougies d'assez bonne qualité. On est parvenu à la blanchir avec le chlore, et à donner ainsi à ce produit une apparence plus conforme à nos habitudes. Cinq livres de fruits de *myrica* cultivés à Carlsruhe, ont donné, selon M. Hartweg (2), 8 onces 6 gros, soit 1/9 de leur poids en cire.

Malgré l'extrême analogie qu'on observe entre la cire excrétée par les feuilles et par les fruits, elle m'a présenté une différence physiologique que je dois mentionner. La poussière des prunes peut être enlevée plusieurs fois en les brossant doucement avant leur maturité, et à chaque fois elle se reproduit. Celle des feuilles de ficoïdes ou de cacalies une fois enlevée, ne s'en reproduit plus, et semblerait être excrétée par les feuilles seulement pendant leur jeunesse.

La cire végétale du *myrica cerifera* diffère de celle des abeilles par sa couleur verte, par sa pesanteur spécifique (de 1,150 et non 0,960 à 0,965) un peu plus forte, parce qu'elle entre plus vite en fusion (à 43° et non à 61), parce que l'éther chaud en dissout 25 et non 5 pour 100, et que la benzoline la dissout très-

(1) Cadet, Mém. sur le cierge de la Louisiane; Ann. de Chim., 44. P. 40. Boslock, dans le Journ. de Nicolson, 4i P. 130.

(2) Mag. furpharm., 1814, p. 83 j Bull, sc. agr., 3, p. 175.

difficilement (1); elle contient une matière analogue & la stéarine des huiles et des graisses qui a reçu le nom de *myricine*. La myricine est une matière qui se trouve en grande abondance dans la cire de myrica, et qui existe aussi dans la cire des abeilles, où M. John en a reconnu 0,8, et MM. Boudet et Boissenot (2) 0,30. C'est une matière grasse, grisâtre, peu soluble dans l'eau, même & chaud, non saponifiable par la potasse; elle est dissoluble par l'essence de térébenthine à chaud, mais ne s'en précipite pas par le refroidissement; elle se volatilise & la chaleur sans donner d'acide gras.

La partie la plus soluble de la cire des abeilles se nomme *cérine*; elle est fusible à 62°, soluble dans l'alcool et l'eau bouillante, se saponifie aux trois quarts par la potasse, et donne de l'acide margarique lorsqu'on la distille ou qu'on la traite par l'acide nitrique. L'alcool employé pour dissoudre la cérine saponifiée ne dissout que la margarate de potasse, et laisse pour résidu une matière grasse qui, purifiée, est dure, cassante, fusible au-dessus de 70° peu soluble dans l'alcool, plus soluble dans l'éther et l'essence de térébenthine, sans action sur les alcalis, et qui a reçu le nom de *céralne*. Je ne sache pas que ces éléments de la cire animale aient été reconnus dans les diverses cires végétales, quoiqu'il soit probable qu'ils y existent.

Pour achever ce qui est relatif à la cire, je dirai ici qu'elle se trouve quelquefois dissoute naturellement dans certains sucs propres, tels, par exemple, que celui de

(1) Fée, *Coinsd'hist. nat. pharm.*, I. p. 120.

(2) *Journ. pharm.*, 1827, p. 28, 38, 44; et 1829, p. 156.

*Yasclepia & gigantea*, oiiM. Ricord-Madiana en a trouv612 pour 100 de son poids; ou celyi de l'arbre de la vache (*galactodcndron*), dont il forme en poids prfcs de la moiti6, cl duquel MM. Boussingault f,t Rivero croient cju'il pourrait c!rc avantageux de l'extraire (1).

On trouve aussi une sorte de cire molle en solution dans les huilcs de rose et delavanjlc d'apr'tisMac-Culloch. La cire a en effet bcaucoup d'analogic avec l'huile; les matures v&g6lales connus sous le noni de *beurrcs* scmbtent, d'apr'fcs Thompson (2), interm&liairesenlreces deux substances.

La cire se fond dans l'eau à 62,700 centigrades, caracterc par lequcl elle diff&ra de la c6rine qui se ramol- lit sans se fondre. Cello-ci est un produit qui se trouve dans le liége du commerce, et qu'on en extrait par des lavnges alcooliques. Il cristalliscen aiguilles blanches. Sa composition éléméntaire n'est pas encore connue. Par sa position dans l'écorce externe et par ses propricH&s, la c^rine scmbic analogue h la cire.

Au reslc, il esi possible que nous ayons, dans cet article, confondu des objets h&6rogènes ; nous n'avons en Hlbt point d'analyse des cires v^gétales. La cire d'abeillo, qu'on dit idcnlic avec elles, contient, d'apr'fesGay-Lus- sac et Th<Sn<ird :

Carbolic , . . . .	81,78.
Oxigfenc, . . . .	5,54*
Hydrogène, ' . . .	12,67.

---

(1) Mém. sur le lait ilfl'arLre tic la vaclm. 111-8<sup>0</sup>, en cspa- gnol et en frao^ais.

(2) Syst. de chim., 4< [>. 125-127.

11 y aurait quicqu'intérêt & analyser comparative meat des exemples des diverses classes de cirés végétales que nous avons mentionnées.

§. 7. Enduits glaireux des plantes aquatiques.

Si les plantes charnues exposées à l'air ont reçu une protection contre l'humidité, on doit bien s'attendre que les plantes aquatiques ont dû être mises à l'abri de l'action dissolvante de l'eau. Quelques-unes le sont, soit par la solidité de leur tissu, ou par un enduit lustré, dont la nature est difficile à reconnaître, et qui pourrait bien être cireux ou résineux. On ne le trouve que sur les parties exposées à l'air, comme sur la face supérieure des feuilles des polypogons naissants. Mais les pinnules les plus délicates sont revêtues par un enduit glaireux qui adhère à leur surface et les protège contre l'eau : tels sont en particulier les batrachospermum, qui, à raison de cet enduit, ont été compris au frais des grenouilles. Cet enduit rend quelquefois ces plantes difficiles à saisir; elles deviennent ce que les Latins nommaient (*ubricca*). Cette matière est-elle une véritable excrétoire qui aurait encore été peu ou point étudiée, ou serait-elle une modification que l'eau éprouverait par son contact avec le plan? Cet enduit glaireux aurait-il quelque analogie avec ces produits d'eaux thermales que M. Anglada a nommé *glairine*, et qui paraît provenir de la décomposition des conferves et des oscillatoires qui vivent dans ces eaux? J'ai observé celle-ci dans presque toutes les eaux thermales que j'ai vues, mais nulle part si abondamment

qu'aux eaux de Vaudier, ou Valderio, en Piémont (1); on peut y voir clairement toutes ces transitions, depuis les conferves ou oscillatoires à leur état ordinaire jusqu'à l'état glaireux le mieux caractérisé. C'est à la décomposition de cette matière glaireuse que paraît tenir la quantité d'azote que M. Daubeny a observé dans les eaux thermales (2).

La matière épaisse qui, à une certaine époque de la fructification, remplit les vessies natatoires des ulriculantes (3), semble avoir de l'analogie avec l'enduit glaireux que je viens de signaler.

#### §. 8. Excrétions salines.

Il est quelques pinnies maritimes qui suintent par la surface de leurs feuilles ou des parties foliacées de l'écorce des sucs renfermant des matières salines reconnaissables au goût et même à l'analyse. Ainsi, M. Ehrenberg a trouvé que la rosée glauque qui recouvre les feuilles du *tamarix gallica* a une saveur salée, et il croit qu'elle est excrétée par la feuille, et non déposée par l'eau salée flottant dans l'air. Cette crainte de confondre les matières salées déposées par l'air ou excrétées par la feuille, est l'obstacle qui jette du doute sur toutes les

(1) On s'y sert de masses de ces matières, qu'on applique comme topiques sur les parties souffrantes; elles paraissent agir simplement comme des cataplasmes émolliens, et dont la chaleur se conserve très-long-temps.

(2) Bibl. univ., 1830.

(3) Voy. liv. III, chap. III, §.4, parC.

observations de ce genre faites au bord de la mer. En voici une que j'ai faite. jadis h Paris de concert avec M. Frédéric Cuvier (1), et qui paraît asscz précise pour prouver l'existence des sêcrétions salines. Nous avons vu queles feuilles du *reamuria vermiculata*, cultivées au Jardin-des-Plantcs, excrétaient une matiferc grisâtre d'une savour salée; cette mati&re, soumise & l'analyse , a paru composée de carbonate de soude et de carbonate de potasse.

M. Sprengel(2) a aussi observe queles planies maritime9 sêcrétent de l'hydrochlorate de soude, qui se depose & leur surface sous forme de cristaux.

#### §. 9. Excrétions saccharines.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que le sucre est une des matiferes qui existent en plus grande abondance dans les végétaux, et qui paraissent contribuer directement h leur nutrition. On retrouve ce principe immédiat dans un certain nombre d'excrétions oil sa savour sucrée le fait reconnaître et prédominer; e'est ce qui me décide h les rdunir sous ce paragraphe , sans me dissimuler quo, d'apr&es ce caractere isold, je puisse bien y agglom&rer des objets hétérog&nes.

Pour commencer par les exemples les moins compliqués , je citerai l'observation faite par M. Josger (3). Ce savant a vu des grains de sucre ordinaire pur et blanc

(1) Bull, philom.

(a) *Karstn. Arch.*, 7 ,p. 1611 Bull. sc. chim., 10, p. 169\*

(3) Bull, des sc. nat., 2 , p. ifo.

suinter de la surface interne de la division supérieure de la corolle du *rhododendron ponticum* tenu dans une chambre. Centquarantefleurs en ont donné 275 centigrammes, de sorte que le poids moyen fourni par chaque fleur était de près de 2 centigrammes. Aiton a de même trouvé du sucre cristallisé dans l'appendice concave du *stridizia regina*.

Chacun sait que le *fucus saccharinus* exposé à l'air libre se couvre d'une efflorescence blanche, qui, au lieu d'être du sel, comme on pourrait l'attendre d'une plante marine, a l'apparence et la saveur du sucre; Pour bien voir ce produit, il faut laver le fucus dans l'eau douce avant de l'exposer à l'air. La quantité de cette efflorescence est peu considérable, quoiqu'on ait vu pendant le blocus continental des personnes qui proposèrent gravement de l'employer comme sucre : sa nature paraît analogue à celle des sucres hydratés. Cette excretion a-t-elle lieu dans l'eau salée? Est-elle une vraie excretion, ou une tumeur morbide de la plante?

La manne est un produit singulier qui doit peut-être trouver ici sa place dans cette énumération. Tout le monde sait qu'on emploie habituellement sous ce nom et à titre de purgatif une matière qui se trouve en Calabre, de l'écorce des frênes dit la manne, que les uns considèrent comme le jeune âge ou une variété du *fraxinus ornus*, et que d'autres ont décrit comme une espèce distincte, sous le nom de *fraxinus rotundifolia*. Cette production a longtemps été considérée comme un produit naturel de ce frêne; mais on remarquait, ce qui est commun à quelques autres excretions, qu'il n'en fournit pas dans les pays plus septentrionaux que la Calabre.

Maintenant il sembl'erait que la sortie de la manne n'a point lieu naturellement, et qu'elle est toujours due à une action étrangère. M. Tenore (i), interrogé par la société Linnéenne de Paris, a répondu que cette excretion n'a lieu que par suite de décisions artificielles faites à l'écorce vers la fin de juillet, et que les insectes n'y ont aucune part. D'autres (s) pensent que la sortie de la manne est due aux piqûres de la cigale de l'ornus (*cicada orni*), qui est très-commune sur cet arbre. Il s'en trouve d'autres (5), à l'avis desquels je suis disposé à adhérer, qui croient que c'est la première de ces causes qui détermine la sortie des mannes en masse, et en seconde celle dite manne d'Uchine, qui est rare et sous forme de petits grains, et peut-être la manne en larmes. Mais la manne n'est pas un produit exclusif du frêne. M. Ehrenberg a décrit (4) une variété du *tamarix gallica*, qu'il nomme *mannifera*, et qu'on nomme *tarfa* au mont Sinaï. Il assure que c'est un insecte (le *coccus mannipani*) qui en détermine la sortie. Il prétend qu'il détermine l'effet sur *Yalkagi maurorum*, dont on sait depuis longtemps qu'il suinte des gouttelettes de manne. Hardwick (5) a vu aussi un insecte du genre des psilles faire suinter de la manne d'une espèce de castrus. On a trouvé des excréments graniformes fort semblables sur

(i) Soc. linn. de Paris, Compte rendu, 1815, p. 69.

(a) Diet. des sc. méd., 9<sup>e</sup> Pr<sup>2</sup> 6; Journ. de pharm., 1827, p. 5<sup>5</sup>; 1828, p. 4<sup>9</sup> 49<sup>1</sup> fo<sup>1</sup>

(5) Journ. de pharm., 1828, p. 107.

(4) *Linnæa*\* 1827, p. 44<sup>1</sup>.

(5) *Asiat. research.*, 1822, vol. 1<sup>e</sup> p. 184.

les jeunes pousses du nié&ze, oil elle est recueillie et employée localement dans les ^.lpes sous le nom de manne de Briançon, sur le saule blanc et sur quelques autres arbres, sans qu'on puisse affirmer si elle y est une excretion naturelle, ou si eile est produite par des insectes.

Quoi qu'il en soit, la manne, même celle du frêne, consid&rée isol^ment, est loin d'être une matifere simple; elle est au contraire asscz compos^e, comme la plupart des sues qui sortent artificiellement des plantes. Les chimistes y ont signals, 1° de la gomme; 2° une matifere jaune cl naus^abonde, dans laquelle parait rési~der sa propri&é purgative; 3° un peu de sucre; et 4° une mati&re qui compose les trois quarts de son poids, qu'on a nommée *mannite*, et qu'on a consid^r^c comme une matifere sp&ciale. Elle semble, en effet, diffr&rer du sucre: 1° parce qu'elle cristallise en aiguilles capillaires tr&sfines; 2° qu'elle se dissout plus rapidement dans l'eau, et surtout dans l'alcool chaud; 3° que, trait^e par l'acide nitrique, outre l'acide oxalique, comme le fait le sucre, elle donne encore de l'acide saccholactique ( I ); 4° qu'elle ne fermentepas, comme le sucre, et ne parait pas susceptible de former de l'alcool; 5° peut-être, enfin, par sa composition élémentaire ( voy. le tableau, à la fin du chap. XI ): d'où il parait que tandis que le sucre est une matifere hydrocarbon^e, c'est-à-dire oil l'oxyg&ne et l'hydrog&ne sont dans les mêmes" rapports que dans l'eau, celle-ci, comme presque toutes les matiferess&cr&ts, con-

---

(i) Proust, Ann. de chim., 5G, p. 144 > Thomps., Syst., 4 > p. 34-

tiendrait un excès d'hydrogène. Mais ce résultat n'est point encore exempt de toute espèce de doute. D'un côté, il n'est pas confirmé par l'analyse de M. W. Prout (i), qui ne trouve dans le sucre de manne que 58,7 % de carbone, et 61,5 d'eau, ce qui le classerait parmi les matières hydrocarbonées, et parmi les sucres hydrates; de l'autre, ceux qui y trouvent de l'hydrogène en excès sont peu d'accord entre eux sur sa quantité. Quoiqu'il en soit, cette mannite ou ce sucre de manne a été retrouvée par M. Vogel dans le caféier, et dans l'écorce du grenadier, par M. Mitouard. On n'en a au contraire retrouvé aucune trace dans la manne du tamarix, analysée par M. Witscherlich, et elle n'a présenté que du sucre. Ajoutons, pour achever, l'indication de tous les doutes que présente cette matière, qu'il est peu probable, malgré sa patrie, que la manne du tamarix soit la manne dont les Hébreux se nourrissent. Des observations plus récentes semblent indiquer que c'est une matière analogue au nostoch, à laquelle elle doit se rapporter\*.

§. 10. Excrétions des nectaires et des organes sexuels.

Les glandes situées dans les fleurs, et qu'on nomme nectaires, sécrètent une liqueur mielleuse, qui a reçu le nom un peu emphatique de *nectar*, et qui paraît composée 1° d'une certaine quantité de sucre hydraté analogue à celui qu'on retire du miel, et 2° d'autres matières peu con-

---

(i) Journ. de Pharm., 1829, p. 229.

nues, mais peu diversifiées, autant qu'on peut le présumer de la grande uniformité de la saveur des nectars.

J'ai déjà fait remarquer ailleurs(1) que, malgré la diversité de la position et de la forme des nectaires, le suc qu'ils excrètent est toujours sucré et très-analogue à lui-même, par sa saveur et ses qualités sensibles. Sans doute, il doit bien offrir quelques différences d'une plante à l'autre, mais on ne peut les juger exactement, puisqu'on manque d'analyse comparée des divers nectars. La qualité des miels qui en dérivent est un indice qui, isolé, ne peut pas prouver complètement la diversité des nectars, ni leur analogie avec les qualités générales des plantes qui les produisent. En effet, cette qualité des miels peut dépendre, 1° de la diversité des espèces des abeilles; 2° de leur mode divers de collaboration selon la saison, l'âge; 3° du mélange du nectar proprement dit avec le pollen; et 4° enfin, de la nature propre des nectars que l'abeille trouve à la fois sur différentes plantes. Que *Vapis unicolor* fasse du miel vert à Tile-de-France; que le *pollisica Ice he guana* fasse du miel vert-noix au Brésil (a), peut-être avec le suc du *paullinia australis*; qu'on trouve des miels vert-noix au Maragnon et au Paraguay, mais tirés de plantes inconnues; il faudrait d'abord savoir, dans ces exemples, quelle est la part de l'insecte et celle du nectar dans cette qualité du miel. Quand on dit que les nectars participent aux qualités générales des plantes, et qu'on en juge par les qualités des

(1) Organogr., vol. I, p. 534-558.

(2) Saint-Hilaire, plantes remarquables du Brésil, vol. I, p. 55.

miels, il faudrait savoir quel indice on a, d'ailleurs, que le paullinia soit vénéneux. Le miel vénéneux de l'Asie-Mineure n'est sûrement pas produit par le *mcnispermum cocculus*, qui n'y croît pas. Le seul exemple de plante vénéneuse, dont le miel ait paru vénéneux, est celui cité par M. Seringe (1), de deux pâtées suisses empoisonnées par un miel supposé extrait de l'aconit; mais il y a tant d'aconits, dans les parties mêmes des Alpes où le miel passe pour le meilleur, que si le fait est vrai, il serait singulier qu'il ne fût pas plus fréquent. Le safran donne, dit-on, un mauvais goût au miel, mais cette plante n'a pas de vrai nectaire.

Au milieu de ces exemples ambigus, je ne connais que deux séries de faits qui indiquent quelques différences entre nos nectars de diverses familles. D'un côté, les miels extraits des fleurs de la famille des rhodoracées sont suspects. Ainsi, celui extrait de *Yazalea pontica* (et peut-être du *rhododendron ponticum*) a un goût amer (2), et une réputation suspecte (3); on croit que c'est celui qui a empoisonné les soldats de Xénophon, près de Trébizonde. Les miels (4) extraits des *azalea* et de *Vandromeda mariana* sont aussi considérés comme dangereux dans l'Amérique septentrionale.

D'autre part, les fleurs des Labiées paraissent fournir des miels de qualité supérieure. Olivier a remarqué que les fleurs de lavande contribuaient à la bonne qualité des

(1) Mus. helv., I, p. 128.

(2) Guldenstœdt, in *Pallas Reisen*, I, p. 276, 281, 297.

(3) Tournefort, voy. II, p. 228.

(4) Barton, in *Sichols. Journ.*, 5, p. 159, 165.

miels de la Haute-Provence (1), et je me suis assuré (2) que c'est le romarin qui détermine la formation du miel blanc de Narbonne; car la récolte de miel blanc manque aux environs de Narbonne, quand un incident atmosphérique empêche la floraison du romarin, observation que M. Biot a confirmée aux lies Balais.

Il serait à désirer que quelque chimiste donnât une analyse comparative des nectars d'un nombre un peu considérable de fleurs de diverses familles.

- Je reviendrai sur le nectar, considéré dans ses rapports avec la fécondation; au livre III, chap. III. Avant de terminer cet article, je dirai quelques mots des excréments observés sur les organes sexuels eux-mêmes.

Les globules du pollen sont souvent revêtus & l'extérieur, soit par une liqueur gluante, soit par une liqueur huileuse, peut-être volatile. La nature de ces excréments a été encore peu étudiée; leur rôle, analogue à celui de la liqueur qui se développe dans l'antenne du mâle avant le coït, semble être de lubrifier les parties, et de faciliter l'adhérence du pollen sur le stigmate. La foveole elle-même peut être considérée comme une excrément, au même titre que la liqueur spermatique des animaux a été rangée dans cette classe; mais nous n'en parlerons en détail au livre III, chap. IV.

Les stigmates de presque toutes les plantes suintent, à l'époque de la fécondation, une humeur un peu gluante, dont le rôle est analogue à celui de la liqueur qui lubrifie le vagin des animaux femelles avant le coït; et en parti-

(1) D'après M. Dunal, I.e., p. 25.

(2) Rapports de Toyage en France, 1807.

culier, die «ert *h* fisrr |n globule du pollen SUP |e sl%-  
luate. Sn nature cliimitjiiie n'est pas connue, el son his-  
toire physio I ogitjite mArilcrait pent £lrc rjurctjie examen  
ultérieur.

§, it. Oe tfl fiiiipe des Fruila-

On sail que Ics ~boiavisits emploient lo mot do pulp\*  
dans un sens differtfnl\* des chfni!itr«;: |U r&crvent *fa* mot  
dit chair porjr |tni|v la pnrlo du ptJricarpe rxt^rii'iirr aux  
loges, et donl lea *it!b&font* renferin^ duns d^s crllul es;  
Us nummpnl pulpo [*a* fflatiferc llqtiidt<sup>1</sup>, ou demi-liquide,  
On presqtic sofidf, qui se troitvo dsins l'intérieur des loges,  
et qui n'est pas renfermée dans des cellules propres. Cette  
nintiferc pnrnit ^vidrmmtnt excrftfe pflr qtelqu'uno des  
parois dejn logo, ^arnt, «\*il par la ffarfacr de la graine  
on flu funictnV, snii pnr la fmr\* Intrnr do l'i ndocarpe.  
Nous iTavon\* fi cri i^grnd ntictin doruinrnl; inni\* tf \*JUI  
ponrriit jient-iMrr f;tiro cfOirt (Jiw<sup>1</sup> ccs matières ne sont  
pas sécrétées par le même organe, c'est la diversité de  
leur DAture dan? *tfas* fruits d'ailleurs très-semblables.  
Ainsi, dans la seule famille des légumineuses (1), la  
gous se dtJ *sopkora japmiro* rt rrrn^ dp cju <sup>km</sup> quelques gledits-  
chin, tf-nfrmmMil un litjniHr n^u^it rl extrêmement  
acerbe, l^ndis qiic orllr^ dti crrnnhrr, du tmarrin, do  
quelques ingas, rrrnfermmt *unr* prtlp^ opwqtro. dotirt<sup>1</sup> mi  
légèrement acide, el <j>\* crll«> dij itiyrwprriium con  
lirnt un sue ndnrrnl *ri* f\*xrriant Tfen^i l'ljnornnr\* o

(1) DC. Propr. tnra. . éd. 2, p. 155; Mém. sur les légum.,  
I, p. 54.

nous sommes de l'origine précise de ces pulpes\* nous ne pouvons que les énumérer ici d'après leur nature.

1°. Le *soplowrajaponica* et le *gleditschia tnacra cant ha* ont leurs gousses remplies d'une pulpe aqueuse, transparente, légèrement verdâtre, et d'une acerbité remarquable. Elle semble une matière extractive, analogue à celle qu'on obtient des feuilles et des gousses de plusieurs légumineuses.

2°. Le *ceratonia siliqua*, *Yinga dulcis*, etc, ont leurs gousses pleines d'une pulpe molle, brune, de saveur douce et mielleuse, qui peut servir d'aliment.

3°. Le *lamarindus indica* a une pulpe analogue à la précédente, mais légèrement acidulé. Cette acidité tient à une petite quantité d'acide malique mêlé avec des acides tartarique et citrique, savoir : d'après Vauquelin, sur 100 parties, 9,40 d'acide citrique, 1,55 d'acide tartarique, 0,45 d'acide malique, 3,25 de surtartrate de potasse, 19,50 de sucre, etc.

4°. Le *cassia fistula* a la gousse indéhiscence, pleine d'une pulpe épaisse, brune, de saveur douceâtre, et qui possède une propriété laxative; elle offre, sur 20 parties (1), 12,20 de sucre, 1,35 de gomme, et quelques autres matières inaltérables.

5°. Les *myrospennum* ont la gousse remplie d'un suc qu'on dit balsamique.

6°. Les gosses du *hixa ordlana* sont revêtues d'une matière colorée, d'apparence féculeuse, connue dans l'art de la teinture sous le nom de *VOCOIU*. Cette matière est particulièrement dissoluble dans l'eau par

---

(1) Henry, Journ. chim. ind., 1<sup>re</sup> p. 076.

dons Taicool, oflW\ outre qiwiques M?U DUnirauv, cTo-  
 prfts ^1. Chevreul<sub>t</sub> dAfix ui;ilt;re<i cotornntcs ; Puna jnunc,  
 soluble dans IVau cl l'aEcool, et Irto-fiiiklenicnl dans F6-  
 ibcr; Taittrc rouge<sub>t</sub> pfu soluble dan\* IVmi , soluble dan\*  
 Talcool ct /Inns IVlirrV qu'il color© en rougft orooge.  
 Cclto dortiivrecst Iris-remarqiMhi« parJa propriety qu'y lie  
 ^f quand nu vcr\*C dewus dc Tiicitto sulfurijijc *cnncalrTS*,  
 d'ncqu^rir unc b^ljr- couJrur blou dindigfi, qui nVst pas  
 }»crmiiii«nUs au moins a l\ttr, cL pa^tt nu vert ou au brim

7". Le\$graim\s cln *iheodjvwa cacao* sottl eolour^s do  
 cello uiatitn<sup>1</sup> huit^Lise et sapido , connup sons In noni dr  
*bœurre de cacao.*

ft<sup>0</sup>. Le\* logiei s^miaiR^r\*^ du coi^n»Mior sonl rempliet  
 rVioe pulpe tro^disliurh dc la clknr du frail» el qui esl  
 ^vid'-Hnnenl uor malH'-i^ i verclci;

9\*\* Les *pittospormn* cunli«iun>nl 5 rink-rirur des **fall**es  
 de )cur J'iuil iJFi<sup>1</sup> uialirrr j^luonte <jni Ifyr n Ttlu If  
 HODi (ju'ils porU nl.

to\*. Lrs hyp<ci:(9C» rvufrmiont sou vent a«5fi line mti-  
 lière particniifcre socr^l^o h l\*iotAHcur do leurs ktges.

i i\*\_r Left fruits dc Ifrp&ftinorr, applr^n aux Antilles  
 pomme-Iiane, contiennent uno pulpe doucrnim foil  
 ngrcablo<sub>F</sub> el doul on fnit broiicoup d'tisagc.

i ?<sup>b</sup>. Les cnpMilivs dr.s *samrda* rnftu'ieurnt do **même**  
 une pnlpo dc coitl^ur orango , don« latjucllo sonl DMchées  
 les graines.

Cos dtvor\*es nifllitres, dont ii s\* rail facile dVillonger  
 la lisle, ne soot jms\* h propreuiMil pa^r , roj<^td\_les hors  
 dti v^g&al, mais lior\* dc Forgone qui leur donnc *nr*is-  
 \*nnce; e'est »ousce rnpjKirl, el h cutine dp l'analogie de

four formation avec les précédentes « que je les place dans cette série\* »

§. 12. Excretions des Racines. •

Les excretions des racines sont au nombre de celles dont l'histoire est la plus mal connue, et cependant la plus importante. M. Brngmans a le premier observé que, lorsqu'on place une plante de pensée (*riola arvensis*) dans un sable pur et dans un vase transparent, on voit pendant la nuit suinter de petites gouttelettes de l'extrémité des racines. Dès-lors on a remarqué qu'on trouve souvent de petits grains aux extrémités des racines de plusieurs euphorbes, de plusieurs chicorées, de la *scabiosa arvensis*, *Ae Vinula helenium*, des copalifères, etc.; et comme ces grains ne paraissent dans aucun accident, on a cru qu'ils étaient excrétés par les racines: c'est ce que Plenck nomme la matière féculeuse végétative (ft). En considérant la marche descendante des sucs propres et du suc nourricier, on a été disposé à admettre que ces sucs, qui se dirigent toujours vers les racines, finissent par suinter de leurs extrémités. Je me suis jadis assuré par l'expérience que les racines saines n'exhalent aucun gaz sous le caeu, ni dans l'immifère, ni dans l'obscurité; mais d'après ces observations par d'autres travaux, je n'ai pu rechercher la nature des matières que les racines déposent dans le sol. J'en ai parlé dans mes observations sur ce sujet d'ailleurs, et dès-lors j'ai souvent sollicité divers chimistes de s'occuper de cette investigation, qui,

---

(i) Physiologie, p. 104 - de in traité. franç.

comme nous Je verms ailleurs, se lie aux theories Ics plus importantes d<sup>^</sup>l'agriculture. Enfin, mon collogue, M. Macaire, a bien voulu faire, à ma priere, des efforts pour reconnaître la nat jrc de ces excretions, et a lu tout récemment (de\*cembre'1831), sur ce sujet, à In &oci&6 de Physique et d'Histoire naturelle de Geneve, un M6moire fort curieux, qui sera imprimé dans le cinquième volume de ceux de cette Société.

Il n'a obtenu d'abord aucun résultat ni de l'examen direct des racines arrachées de terre, ni de l'analyse de sables siliceux, dans lesquels il n'ait fait croître des plantes; mais il a trouvé des faits curieux, en débarrassant par le lavage les racines de diverses espèces de toute matière étrangère, et en les faisant séjourner quelques jours dans de l'eau de pluie t<sup>^</sup>s-pure. Ainsi, des pieds de *Ula muralis*, renouvelés tous les jours dans l'eau pure, ont donné celle-ci, au bout de huit jours, une odeur analogue à celle du Kopyum, et une saveur amère un peu vireuse; cette eau précipitait en brun floconneux la dissolution de sous-acétate et d'acétate neutre de plomb, troublait une solution de gélatine, et soumise à l'évaporation lente, laissait un résidu d'un brun rougeâtre; les racines et les liges de la même plante mises dans l'eau n'y ont produit aucun dépôt; ce qui prouve que celui-ci est bien dû à l'acte de la végétation.

Une expérience analogue a été tentée sur un haricot; en plaçant ses racines dans un flacon d'eau pendant le jour, et dans un autre pendant la nuit, les deux flacons ont donné des signes de la présence d'une matière excrétée; mais celui où la plante avait séjourné la nuit en contenait une quantité beaucoup plus considé-

nable. La même chose a lieu lorsqu'on soumet les plantes à robcuril<sup>^</sup>. Ces faits sont confirmés par l'observation de Brugmans, citée plus haut.

M. Macaire a vu que les diverses légumineuses qu'il a essayées donnaient pour résidu dans l'eau une matière analogue à la gomme, et un peu de carbonate de chaux; que les grains déposent une quantité minime de matière, laquelle contient quelques muriates et carbonates alcalins et terreux, mais très-peu de gomme; que les chicorées exsudent par leurs racines une matière abondante, brunâtre, amère, analogue à Fopium, et qui contient du tannin, une substance gomme-extractive brune, et quelques sels; que les papavéracées paraissent exsuder une matière analogue aux prussiques; que les cuphorbes exsudent une matière gomme-résineuse d'un blanc jaunâtre et d'une saveur âcre, etc. Nous venons sur les conséquences importantes de ces faits, en nous occupant de l'influence des plantes sur le sol, et de la théorie des assoliments (liv. V, ch. XV, §. 5, et ch. XVI). Nous n'avons eu d'autre but, en cette occasion, que de constater la réalité des excretions radicales, considérées comme fonction des végétaux.

Ces excretions servent évidemment à débarrasser la plante vivante des matières qui n'ont pu s'assimiler par elle, ou qui peuvent nuire à sa santé. M. Macaire a encore constaté par expérience que les plantes peuvent, par ce procédé, se débarrasser d'une partie des substances vénéneuses qu'elles ont absorbées. Il a placé une plante de mercuriale annuelle de manière à ce que, après avoir bien lavé ses racines, une partie de celles-ci fût plongée dans de l'eau chargée d'acétate de plomb, et l'autre dans de l'eau pure. Cette eau, au bout de quelques jours,

se trouva contenir une quantity d'acétale de plomb sensible aux radicaux, dP qui provenait évidemment de celui pompé par l'autre partie des racines, et rejeté par la plante. Selon le même observateur, diverses plantes qui avaient vécu quelques jours dans de l'eau infectée de plomb, ou de nitrate d'argent, ou de sel marin en faibles doses, furent ensuite soigneusement lavées, puis transportées dans de l'eau pure, et leurs racines y excrétaient la matière nuisible dont elles s'étaient gorgées, & peu après comme les animaux rejettent souvent par les excréments une partie des poisons qu'ils ont ingérés.

§. 15. Des Excrétions fausses ou douteuses.

On est souvent tenté de compter, parmi les excréments, des sucs superficiels, il est vrai, mais qui sont contenus dans des vésicules dicrambrées, et qui ne peuvent sortir que par rupture accidentelle. J'en citerai quelques exemples.

1°. Les feuilles et les jeunes pousses de la glaciale (*mesembryanthemum cristallinum*) offrent des vésicules saillantes, pleines d'un liquide aqueux qui renferme en solution des matières minérales, de soude près de la mer, de potasse dans nos jardins. Un grand nombre d'autres végétaux présentent des vésicules ou papules analogues; ce ne sont point de vrais excréments, mais un développement extraordinaire des cellules superficielles.

2°. Il en est de même de quelques-uns des matifères que Ton nomme sous le nom de nectar. Ainsi, les lobes de la fleur de la roronce impériale portent vers le bas

interne une vésicule membraneuse et transparente, qui se remplit d'un suc secreté dans l'intérieur, se boursouffle, et semble n'être qu'une grosse goutte de nectar suspendue au fond de cette cloche pendante: mais ce nectar est retenu par cette membrane vésiculaire, et ne sort qu'à sa rupture accidentelle. Ce suc, analysé par M. Yauquelin (1), contient, outre beaucoup d'eau, de la matière sucrée en assez grande abondance, du malate acide de chaux, une matière mucilagineuse et une matière végétale-animale. Il y a probablement d'autres nectars ainsi enveloppés, et je crois me rappeler que celui du melianthus est dans ce cas. Cette classe de nectars méritera peut-être d'être séparée des vrais nectars librement excrétés.

5°. C'est probablement ici qu'on doit classer la matière qu'on trouve sur la surface des bractées du houblon femelle; elle se compose, selon M. Raspail (2), d'un amas de glandes vésiculaires adhérentes à la surface des jeunes feuilles du houblon et des parties supérieures et péricarpiques du chagyre femelle. Ces petites glandes, situées à la face inférieure des feuilles de houblon, sont formées d'une coque qui dilate dans l'eau en faisant partir par le hile une vésicule élastique, et la vésicule s'étend en un boyau contourné. La coque et la vésicule interne sont formées de tissu cellulaire contenant de la cire, une résine jaune et une matière verte. Ce corps semble, par sa composition, analogue au grain de pollen ordinaire de fictile, et, selon le médecin observateur, il se colore

(1) Cité par Mirbel, *Physiol. vég.*, I, p. 200.

(2) Raspail, *Bull. sc. chim.* 8, p. 333.

en bleu par l'iode. Gette mature n'esl ni acide, ni alcaline; sa couleurest jaune; sa savcur est d'une amertume franchc, et paralt la base de Temploi du houblon dans la fabrication de labière. MM. Yves et Planche (1) Font considérfe comme une substance propre , et Font d&crile sous le nom de *lupuline*. M Payen, au cotraire, n'y a trouv6 aucun principe bien spécial, et propose avec plus de raisonde la nomnier *sécrétion jaune* du houblon. Gette expression a Favantagc,d'6lre juste sous le rapport physiologique, soit qu'elle renferme ou ne renferme pas un principe particular. La quantity de celte stScrHion varie de 8 à 16 pour 100 du poids de la tête du houblon. On admet que le houblon est d'autant meilleur, qu'il en contient davanlage.

4°. Est-ce parmi les excretions, cst-ce parmi les ph<5-nomènesde l'exhalaison aqueuse, qu'on doit classer les Emanations d'eau qu'on voit se former dans certaines parties foliac6es. Ainsi, d'un cdt<S, dans les oroides, les banauiers et les gramin&es, on voit des goutteletes d'eau à Fexlr6inil6 des feuilles; de l'autre, on voit de l'eau s'aggloni6rer dans les cavil^s des fcuilles ^u nepenthes, du c^phalotus, du sarracenia; on voit de l'eau s'amasser ^ la base des 6cailles de F^pi do *Vamomum zerumbet*, ou & celle du p^rigone du *maranta gibba*. Ges divers ph6-nomfenes, spdcialemcnt mentionnés par M. L. C. Treviranus (9), sont encore mal counus, quant à leur origine; je serais porté à croire que les premières sont certaiuemment de simples exhalaisons d'eau non 6laboréc. M. Tre-

---

(1) Bull. ac. agiv, 7, p. 8a.

(a) Bull sc. natur., 16, p. 75.

viranus soupçonne que ce phénomène est dû à une plus grande activité des vaisseaux spiraux, provoquée par une grande quantité d'eau en contact avec les racines. Mais comme ce phénomène n'a lieu qu'au lever du soleil, je serais plus tenté de le rapporter à l'action de la lumière agissant sur un tissu plus rempli d'eau qu'à l'ordinaire, puisqu'il n'a rien exhalé pendant la nuit. Quant à l'eau qu'on trouve dans les cavités je suis plus disposé à la considérer comme une sorte d'excrétion; mais nous manquons d'un document essentiel pour en juger, savoir, de son analyse. M. Treviranus nous apprend, il est vrai, que l'eau du zerumbet n'est pas pure, et contient d'autant plus de fibrine qu'on la prend plus tard. Ce fait semble bien indiquer que cette liqueur aqueuse, et par analogie celle du maranta, est une vraie excretion. Mais celle du sarracenia sort-elle bien réellement de la plante, ou provient-elle de la pluie, comme celle qu'on trouve dans les godets formés dans le *dipsacus sylvestris* par la soudure des feuilles? Je serais tenté de le croire. Celles du nepenthes et du cephalotus, qui sont dans des cavités recouvertes par un opercule, proviennent vraisemblablement de la plante; mais on ignore leur composition, et on ne peut savoir par conséquent si elles sont des sécrétions ou des exhalaisons. Maintenant que le nepenthes est cultivé dans les jardins d'Europe, espérons qu'on cherchera à l'étudier, sous le rapport chimique et physiologique, le merveilleux phénomène qu'il présente.

Il reste encore à mentionner ici une dernière sorte d'excrétion aqueuse dont l'histoire est à peine connue; je veux parler de ce singulier arbre du Brésil, qui porte

Le nom de *casatpinia ptuviosa* (i), parce qu'il rapporte du père Leandro il en donne le goulc\* d'enu, comme si l'on l'iiii de la pi i lie. La nature de c^Ue eau et les détails du phénomène restent encore à re^onnaUre.

f.». Un certain nombre de lichens, tels que les *vac-*  
*cella*, par • exempli» sont couverts d\*itnr efliom^cenco  
 blanchâtre, qui ressenibk\* h de la posissici-i\* plaucguc.  
 Est-ce une mali^re cirouse? est ce line mati&N saline  
 ou tcirouse? C5t-cc>iiflc cffloresccuce de simple\* vési-  
 etifes analogues h des cellules vidos ? Cette dernier\* cause  
 est plus évidomment applicable aux autas de globules  
 blancs qui A<sup>T</sup>efllcuri&sent qtietquefoi^ tur les bord> des  
 frondes des lichens, et qnc qtrlquesnius avnmnt voulu  
 preodre pour leurs organen mules. Ces clloixj&cr,nc<es,  
 bien observés par M. Mirbel («), re^sembleot beaucoup  
 à celles qui \$e tormcuL dans les lenticetlos nn iiiioiicnl  
 oil il en sort des racine\* (5). Ca ph^nuuiiui: c»t un de  
 ceux qui prouvent le pins cbirement la nort-coutintild  
 \*aj risotentonl des cellules vcg(H»le9, metis n\*t pr»( point  
 é\*re compté parini les excnitiODS.

(i) DO. Piod., a f p. 4S3,

(a) Journ\* du piiyj.

(3) DC M^m. sur Us Icnlicellei. (Ann. »c. nat. T i3aG, |>. i< )

Uranium \* JU+IMA  
 seltstoria. receipt of fibres canasta

## CHAPITRE X.

### *Des Sécretions /•écrementitieZZes, ou des Sues propres.*

LES sues que les botanistes ont d'ès long-temps dési- gnés sous le nom de *sues propres*, correspondent assez exactement à ceux que Ton désigne, dans la physiologie animée, sous le nom de *secrétions recrementitales*. Ce sont des liquides sécrétés dans certaines parties du corps aux dépens du sue nourricier, qui s'en distinguent par une composition très-différente, et qui sont destinés à remplir dans divers organes des rôles spéciaux, sans être rejetés au dehors, sinon accidentellement, comme les larmes, ou mêlés avec d'autres matières, comme la bile. Dans le règne végétal, nous trouvons de même des liquides sécrétés dans l'écorce ou tel autre organe, souvent susceptibles d'être émis dans diverses parties de la plante, et très-différents du sue nourricier. Les principaux caractères qui sont offerts par cette classe de sues sont :

1°. Qu'ils sont tous composés de deux ou plusieurs principes immédiats séparables, et ne sont point homogènes comme les sues nourriciers examinés dans le chapitre précédent,

2°. Les matériaux qui les composent sont très-rarement hydrocarbonés (c'est-à-dire, contiennent, outre le carbone, l'oxygène et l'hydrogène dans les proportions de l'eau), mais tantôt plus oxygénés que plus hydrogénés que l'eau, et quelquefois même sensiblement azotés :

3°. Tous ces Sues, lorsqu'ils sont absorbés par les ra-

cines des végétaux vivans, même par ceux qui les ont produits, agissent sur eux à la manière des poisons; ce qui montre que leur place naturelle est d'être dans des vaisseaux ou des cellules closes, et non de parcourir vaguement le végétal, à la manière des sucs nourriciers.

Tous les sucs que je réunis dans ce chapitre peuvent, en prenant les mots dans leur acception la plus large, se ranger sous quatre chefs généraux : les sucs lacteux, les sucs résineux, les huiles volatiles et les huiles fixes.

Les sucs des deux premières classes, les sucs lacteux et résineux, sont quelquefois expulsés au-dehors, mais, à ce qu'il semble, par suite d'accidens, de maladie, et, en général, de causes qui ne sont pas liés nécessairement à leur rôle physiologique; ils sont presque toujours susceptibles d'être transportés dans le tissu voisin d'une place à l'autre.

Les huiles volatiles, au contraire, sont renfermées dans des cellules closes, desquelles il est probable qu'elles s'exhalent par la simple perméabilité du tissu; ce qui fait que tous les organes qui en sécrètent sont en général odorans.

Les huiles fixes, au contraire, sont formées dans des cellules qu'elles remplissent sans s'en échapper au-dehors ni par leur volatilité ni par aucun écoulement naturel : on ne les extrait que par des procédés artificiels.

Tous ces sucs, à quelque classe qu'ils appartiennent, paraissent sécrétés dans les parties foliacées ou corticales, et sont probablement des modifications opérées dans la gomme par des cellules spéciales qui jouent le rôle de glandes, et qui sont favorisées dans cette opération par l'action de la chaleur et de la lumière. D'après M. L. C.

Treviranus (i), il faut distinguer les organes qui sécrètent de ceux qui conseirent ou transportent les sues propres : les premiers sont, selon lui, des cellules; les seconds, des vaisseaux( spéciaux.

ARTICLE PREMIER.

## ARTICLE PREMIER.

### *Sues Laiteux.*

Les sues laitieux sont au nombre de ceux qui, par leur abondance dans certains végétaux, ont le plus frappé les regards, et qui, à raison de la facilité qu'on trouve à recueillir certains d'entre eux, paraissent analyses avec le plus de soin.

Ces sues offrent ceci de remarquable, qu'en général ils existent ou manquent à la fois dans toutes les espèces d'une famille : ainsi, toutes les papavéracées, les apocynées, les sapafrées, ont le sue laitieux; la plupart des euphorbiacées, des artocarpées, des campanulacées, des chicoracées, présentent évidemment la même nature de sues; mais dans quelques espèces ce sue est en si petite quantité ou tellement cantonné<sup>1</sup> dans quelques points du végétal, qu'il semble y manquer complètement. Enfin, il est cependant quelques plantes dont le sue est laitieux, au milieu de familles à sues aqueux : telles sont les mammillaria parmi les cactées, les galactites et quelques autres au milieu des composées; les sues laitieux sont très-rare dans les monocotylédones. On peut cependant rapporter à cette classe la liqueur louche et Emulsive des

---

(i) Bull. sc. nat., 8, p. 201.

rhizomes de plusieurs amomées ou des feuilles d'aloès, etc. Parmi les végétaux cellulaires, on ne trouve de sucs laiteux que dans quelques champignons charnus, tels que les agarics dits *lactaires*, et quelques bolets lactescens.

Ces sucs, considérés sous le rapport chimique, sont des sortes d'émulsions naturelles formées par des molécules résineuses, gommo-résineuses ou d'autre nature, à demi-dissoutes dans l'eau. M. L. Treviranus croit qu'ils sont composés de globules résineux suspendus dans l'eau ou moyen d'un mucilage, et formant ainsi une émulsion; mais M. Mayen (1) observe que ni l'alcool ni l'eau bouillante n'affaiblissent ces globules, et avoue ignorer leur nature. Il est certain que cette nature n'est pas la même dans tous les sucs laiteux, d'après les diversités qu'on y observe. Ainsi, sans prétendre **en établir** une classification rigoureuse, ils se présentent, autant qu'on en peut juger, sous trois classes, savoir :

1° Les uns contiennent en plus grande abondance le caoutchouc tout formé, ou tout au moins en renferment les éléments de telle sorte, que le seul repos à l'air libre suffit pour le développer. Tels sont les sucs des apocynés, qui fournissent le caoutchouc de l'Inde et des pays voisins (*Arceola elastica*, **Roxb.**, *vahea madagascarensis*, etc.) et ceux des cuphorbiacées (*hevea gulanensis*, etc.), et des artocarpées (*ficus elastica*, etc.), qui fournissent le caoutchouc des autres pays tropiques. La chaleur paraît nécessaire pour élaborer ce produit, car on le rencontre en plus ou moins grande quantité dans la plupart des plantes de ces familles, qui croissent entre les tropiques et on en trouve

---

(i) *Linnoea*, 1827, P. 2 «

» *Cryptospora*

peu ou point dans celles de nos pays. Ainsi, le figuier d'Italie, selon M. Bizio, ne contient que de la résine, et non du caoutchouc; mais il y a un peu de caoutchouc dans le sue de quelques papav<sup>rac</sup>es. Presque tous ces sues sont d'une nature âcre et vénéneuse; quelques-uns cependant sont assez doux pour servir d'aliment lorsqu'ils sont jeunes et qu'ils ont été soumis à la cuisson (*tabwna-montana edulis*, etc.). L'ammoniaque sert à reconnaître la présence du caoutchouc dans les laits végétaux, en ce qu'il y forme un précipité qui, sec, a les propriétés du caoutchouc (1). Selon M. Faraday (2), le sue liquide de l'arbre qui fournit le caoutchouc laisse en se desséchant 0,45 de caoutchouc solide. Celui-ci, délayé dans l'eau, se sépare en deux parties : l'une est brune, pesante, se dépose au fond de l'eau; elle se compose de matières étrangères dont quelques-unes, étant azotées, ont fait croire que le caoutchouc l'était aussi; l'autre, qui surnage l'eau, est de couleur blanche, et forme le caoutchouc pur. Celui-ci se moule sur tous les corps, en laissant évaporer son eau [voy. le *Tableau*, pour sa composition élémentaire) : sur 1,000 parties de sue, on obtient 0,17 de caoutchouc pur, 0,17 d'un précipité albumineux, 71,5 d'acide et d'une matière amère et azotée, 29 de matières solubles dans l'eau, et 565,7 d'eau, d'acide, etc. Le caoutchouc pur ou complètement isolé est blanc, sans saveur ni odeur, mou, flexible et tellement élastique,

(1) Boussingault et Rivero, *Sobr. la leche del arbol delta Dacca; Bfigoia*, 1823, et trad., dans les Ann. de phys. et chim.

(2) Journ. sc. nat., 4<sup>e</sup> P- 79; ex Bull. sc. chim. . VII, p. 71. On ne lit pas de quel arbre il est ici question.

qu'une boule de 9 1/2 ponces de circonférence et du poids de 7 1/4 onces, tombant de 15 pieds, rebondit à 7 pieds de hauteur (1), d'où sont venus les noms impropres de gomme ou de résine élastique; il est insoluble dans l'eau et l'alcool, soluble dans l'éther hien lavé à l'eau, et dans les huiles volatiles.

2°. Il est d'autres sucs laiteux qui renferment essentiellement l'opium tout formé ou prêt à se concréter: tels sont ceux des papavéracées; probablement ceux des chicoracées et des campanulacées doivent leurs propriétés sédatives à la proportion du même principe ou à quelque principe analogue. L'opium est le suc du pavot somnifère desséché à l'air et réduit ainsi à l'état d'une masse solide un peu cassante, d'un rouge jaunâtre\* d'une odeur vireuse, et qui teint la salive en vert. Entre un grand nombre de principes, cette substance en contient trois qui lui sont propres et paraissent déterminer ses propriétés, savoir: 1° un alcali spécial nommé *morphine*, soluble à l'eau chaude, susceptible de former des sels avec les acides, et qui est éminemment narcotique; 2° une autre matière cristallisable qu'on a nommée *narcotine*, qui, traitée par l'acide nitrique, passe au jaune et non au rouge, comme le fait la précédente; 3° un acide particulier, l'acide *méconique*, qui y est le plus souvent combiné avec la morphine, qui est aussi cristallisable, mais qui n'a ni saveur ni odeur. Nous les mentionnons plus en détail dans l'article 5 du chapitre suivant.

3°. Enfin, certains sucs laiteux n'ont donné aucune trace ni d'opium ni de caoutchouc, et sont remarquables

---

(1) *Roxb. asiat. research.*, vol. 5, exBibl. brit., i3, p. 500.

par la quantity de fibrine semblable *h* la fibrine animate qu'ils renferment: tel est, en pt&rticulier, le lait du papayer, dont Vauquelin a donné l'analyse (1); celui du galactodendron ou *arbre de la vache*, dont MM. Boussingault et Rivero ont fait connaître la composition dans le M&moire cité tout & l'heure, et qui, outre la fibrine, contient la moitié de son poids de cire végétale. Le sue du *maunillaria* ressemble au précédent par sa douceur et son innocuité; mais on n'en a aucune analyse. Le sue du figuier (2) contient, 1° deux résines visqueuses, solubles dans l'ether et l'alcool (3 & 4 pour 100); 2° une résine insoluble dans l'ether; 3° 2 pour 100 de gomme; 4° de l'albumine; 5° une matière extractive; 6° des sels *h*. acides végétoux combinés *h* une matière odorante; 7° de l'eau.

Presque tous les sues laiteux, quelles que soient leur composition et leur propriété sont de couleur blanche, d'où on a tiré leur nom; quelques-uns cependant sont colorés : tels sont ceux des chélidoines et de quelques agarics, colorés en jaune orange, celui de la sanguinaire coloré en rouge par l'effet d'un alcali spécial nommé *sanguinarine*.

Les sues laiteux ne sont pas destinés à être naturellement excrétés par l'écorce; mais au moindre choc ils en sortent avec facilité. Dans plusieurs laitues, en particulier, il suffit d'une légère titillation pour voir des gouttelettes de sue laiteux s'élaner ou s'extravascer au travers de la cuticule. Ce fait a surtout lieu dans les parties supérieures de la plante, à l'époque de la floraison. Les

(1) Ann. de chim., 45<sup>e</sup>, p. 267.

(2) Gciger et Rciman, Bull. sc. cliim., 10, p. 552.

fourmis, en marchant sur la cuticule, suffisent pour déterminer ces jets de sue Jaiteux, et il arrive souvent qu'& raisoi de sa viscosilé elles sont engluées par lui et arrêtées dans leur marche (1). Les sues laiteux se trouvent jusque dans les racines, et quelquefois en grande abondance. Comme il est certain qu'ils sont formés dans les parties foliacées, on peut augurer de là que leur marche se dirige de haut en bas. Probablement Us contribuent à former les excretions des racines.

L'action de la chaleur et de la lumière paraît nécessaire à leur formation, comme cela arrive aussi pour toutes les sécrétions. Les plantes à sue laiteux aiment en général à croître dans les lieux découverts; très peu supportent l'ombre; aucune n'est aquatique. Les plantes laiteuses étolées n'offrent que très-peu ou point de lait.

Lorsqu'on veut récolter le sue laiteux des plantes, on fait une entaille dans l'écorce, parce que c'est la partie qui en contient la plus grande quantité, et qu'en évitant d'entailler le corps ligneux on évite aussi de le mêler avec la lymphe ascendante. On fait cette entaille corticale de préférence vers les parties supérieures, parce que c'est là où le sue se forme en plus grande abondance.

Lorsqu'on veut employer comme aliments les végétaux à sue laiteux âcre, on a recours à Tun des moyens suivans pour diminuer leur âcreté : ou bien on choisit des plantes jeunes dans le moment où la lymphe ascendante et aqueuse se trouve imbibée le tissu en plus grande quantité : c'est ainsi que les paysans du Languedoc mangent

---

(1) Carradori, sopra Uirritab. delta latluga ingiorn. *d'agric. di Milano*, 1808, giugno.

le jeune coquelicot; ou bien on fait végéter la plante pendant quelque temps dans un lieu obscur, afin de l'émoullir & moirer; d'où résulte que la lymphe est plus abondante, et le suc laiteux incomplètement formé; c'est de cette manière que plusieurs chicoracées deviennent assez douces pour servir d'aliment; ou bien enfin on détache avec soin la partie corticale qui contient le lait, et on peut alors se servir sans danger du corps ligneux. C'est ainsi qu'au rapport de M. Berthelot, les paysans de Trévise, pressent par la soie, enlevent l'écorce de *Veuphorbia canariensis*, et sucent le corps ligneux, qui ne contient qu'une lymphe aqueuse non lubrifiée (1).

L'histoire des sucs laiteux a pris dans ces derniers temps un nouveau degré d'intérêt, & raison des belles observations que M. Schultz a fait connaître à son égard. Nous commencerons par les exposer telles qu'il les a décrites, d'abord dans un ouvrage en allemand, intitulé : *Die natur der lebendigen Pflanze* (1 vol. in-8°), puis dans trois lettres qu'il a bien voulu m'adresser, et dont les deux premières ont paru dans la *Bibliothèque universelle* de 1827, et enfin dans une lettre et deux planches publiées récemment dans le cahier de Janvier 1831 des *Annales des sciences naturelles*. Après l'exposition des faits, nous essaierons d'en apprécier la signification.

Grew avait déjà (2) dit quelques mots sur ce phénomène,

---

(1) Ce même voyageur m'a fait part d'un fait curieux sur cette plante : les chèvres des Canaries la mangent; mais elle donne mauvais goût à leur lait. Les bergers les empêchent, après qu'elles en ont brouté, paître sur les bords de la mer, et assurent que les plantes salées corrigent l'effet de l'euphorbe sur le lait.

(2) *Idea hist., phys.*, p. 125, 183.

et on en trouve aussi quelques notions dans les Merits de Christian Wolff, de Rafn, de Moldenhawer et de Van-Marum. De plus, on savait depuis long-temps, par les observations de Gorti, que les chara, vus au microscope, présentent dans la plupart de leurs cellules des molécules qui nagent dans le fluide aqueux des cellules et qui sont dans un mouvement de rotation périphérique très-marqué. Nous nous occuperons de ce phénomène en parlant des plantes cellulaires, et nous y traiterons aussi de quelques mouvements de rotation observés dans quelques cellules des végétaux vasculaires. M. Schultz a trouvé des molécules mues par un mouvement analogue dans les vaisseaux d'un grand nombre de plantes vasculaires, et surtout dans celles *h* sue laiteux.

Lorsqu'on coupe une tranche très-mince et dans la direction des nervures d'une feuille, d'une stipule, d'une pétiole ou d'une écorce de plante dicotylédone & sue laiteux, par exemple, d'un figuier; qu'on la place dans Peau sur un porte-objet de microscope vivement éclairé par un miroir plane (0\* on ne tarde pas à voir des vaisseaux particuliers qui ne sont ni troués ni fendus, ni ponctués, ni rayés, et qui en outre diffèrent de tous les vaisseaux ordinaires, parce qu'ils offrent de place en place

(i) M. Schultz insiste sur ce point, et assure que les miroirs concaves de Torment les objets au point de rendre les observations incertaines. Il est, au reste, remarquable que la dissection et l'examen microscopique de ces vaisseaux, qui semble très-facile quand on le voit faire par des personnes qui en ont l'habitude, soit assez difficile à répéter. Je vois par le rapport de MM. Cassini et Mirbel (Ann. des sc. nat., janv. 1831) » qu'ils ont éprouvé à cet égard la même difficulté que moi.

des articulations ouvertes, des ramifications ou anastomoses. On peut les isoler par la macération du reste du tissu. Ces vaisseaux accompagnent et entourent à peu près les trachées sans être séparés par du tissu cellulaire : Us sont remplis d'un liquide plus ou moins laiteux qui s'y meut avec un mouvement rapide. Ce mouvement est visible parce que ce suc est rempli d'une multitude de petites molécules ou vésicules aériennes qui servent comme de repaires pour juger la rapidité de ces courants; ils s'écoulent dans toutes sortes de directions : les uns dans le sens qui va du haut de la feuille vers le bas; les autres en sens inverse; et on en peut dire autant de toutes les ramifications transversales. Il paraît donc y avoir une sorte de circulation dans ce suc ou ce *latex*, comme M. Schultz le nomme; mais cette circulation semble locale pour chaque organe; et pour éviter de la confondre avec la circulation générale des animaux supérieurs, M. Schultz la désigne sous le nom de *cyclose*. On peut, dans certaines parties foliaires très-minces et très-transparentes, voir la cyclose au travers du tissu, lorsque les vaisseaux renferment un latex coloré, comme dans les valves des siliques de la chélidoine. Les mouvements des molécules dans le suc jaune de la chélidoine ont aussi été décrits par M. Surinay (1), et M. Meyen en reconnaît aussi la réalité (2). M. Schultz me les a fait voir à Munich, en 1827, sur le liuguier, et il les a montrés à MM. Cassini et Mirbel, en 1800, à Paris; ils ont été

(1) Ann. de la soc. lin. du Calvados, Vol. 2, p. 56«

(2) *Journ. act. nat. cur.*, XIII> part. 2.

confirmed par M. Amici en 1831 (1). Ainsi, quoique quelques observateurs, (els que M. Dutrochet (2), aient tenté de les attribuer à une illusion d'optique, il ne peut rester dans mon esprit aucun doute sur leur réalité.

L'activité du mouvement dans les torrens du latex est très-variable selon les circonstances. En général, le mouvement est plus rapide au printemps et jusqu'au milieu de Juin, plus lent en automne : on le voit à peine en hiver, si ce n'est dans les racines. Dans chaque saison, il est d'autant plus actif qu'il fait plus chaud. Cette circonstance est remarquable sous ce rapport, que quoiqu'on sache très-bien que la chaleur est une des causes qui tend à donner le plus d'activité à la végétation, cependant ses principaux phénomènes, analysés jusqu'ici avec quelque soin, avaient paru sous l'influence directe de la lumière : ainsi la composition de l'acide carbonique, l'exhalaison aqueuse, l'absorption de la lymphe, sont uniquement ou presque uniquement déterminés par elle. Ce fait de la cyclose est un des premiers où l'action de la chaleur se présente directement. M. Amici tend aussi à attribuer ce mouvement à la chaleur; mais il me paraît aller trop loin quand il l'attribue à la température agissant par un mode purement physique; et je pense qu'il est plus conforme aux faits de considérer ici la chaleur agissant comme excitant physiologique. Quand une branche est tronquée, le suc lacteux s'arrête quelquefois subitement; puis, quand elle est humectée, il reprend son

(1) Ann. sc. nat., 22, p. 416.

(2) Adr. à l'Acad. des sc. en 1831. Voy. Ann. sc. nat., 22, p. 435\*

cours pendant quelque temps. La cyclose est très-rapide après la pluie, très-lente *h* la suite d'une longue sécheresse. Lorsque les vaisseaux sont coupés, le suc en découle avec vivacité, jusqu'à ce qu'ils en soient vidés, ou qu'il se coagule quelque caillot qui en obstrue l'orifice.

Les savans allemands ont beaucoup débattu entre eux sur la cause du mouvement du latex. Les uns l'ont cherché dans une impulsion propre du liquide, et M. Kiemeier, cité par M. Schultz, semble avoir le premier avancé cette opinion. J'avoue que je ne saurais la partager; je ne comprends le mouvement d'aucun liquide par lui-même et sans cause directe, telle que l'impulsion, reflète de la pesanteur ou celui d'une rupture d'équilibre de température, etc. Je ne vois aucune preuve que les liquides renfermés dans les cavités des êtres organisés suivent *h* cet égard une loi différente des autres. Si quelques-uns présentent des mouvemens, il faut en chercher la cause ou dans les corps solides et gazeux qu'ils contiennent, ou dans ceux qui les enloutent.

M. Schultz suppose que cette cause se trouve dans la réunion et la séparation des globules qui flottent dans le latex. «Les globules, dit-il (1), s'en vont dans une direction fixe vers les parois des vaisseaux ou des utricules; et » comme tous les globules sont vivement joints, ceci doit » occasionner le mouvement progressif. » Sur ce point, je ne saurais partager l'opinion de l'illustre observateur; car cette explication aurait besoin d'une autre qui pourrait connaître pourquoi ces globules se séparent, pourquoi ils se dirigent vers les parois, pourquoi surtout ces mou-

---

(1) Bibl. univ., no?. 1827.

vemens cessent dès que la santé ou la vie est détruite; mais je reviens & être pju? d'accord avec lui quand il ajoute *que le mouvement est seconde par la contraction des vaisseaux*. Je m'en écarte seulement en ce sens, que ce qu'il prend pour secondaire, je le regarde comme l'essentiel et que je dis, avec M. TnSviranus (1), que le mouvement du latex est déterminé par la contraction des vaisseaux ou des cellules qui le renferment, et peut être favorisé par les inégalités de pesanteur et les réunions ou séparations des globules que le liquide renferme. Je n'entre pas ici dans de plus grands détails, vu que j'ai déjà traité ce sujet d'une manière plus générale au livre premier.

Ces faits, quelle que soit leur cause, s'observent essentiellement dans toutes les plantes h sève laiteuse, ou approchant de la consistance laiteuse. Ainsi, M. Schultz l'a trouvé dans toutes les espèces qu'il a observées des familles h sève laiteuse: telles sont les papavéracées, les apocinées. Il a encore vu la cyclose dans presque toutes les espèces des campanulacées, convolvulacées, apocinées, etc., familles où il y a en effet quelques espèces h sève non laiteuse. Parmi les urticées de Jussieu, il l'a trouvée dans les artocarpées (2) qui ont la sève laiteuse, et ne l'a pas vue (3) dans les vraies urticées qui ont la sève aqueuse. Dans le genre des Arables, une seule espèce a la sève laiteuse: c'est *Vaccaria platanoidea*; c'est la seule chez

(1) *Zeitschrift für Physiologie*, 1845, Heidelberg.

(2) Voy. les vaisseaux *duficus elastica*, Ann. sc. nat., 1851, Vol. I, p. 79, pi. I.

(3) Un ami de M. Schultz lui a dit l'avoir vue dans *Yurtica dioica* et *Yurtica urens*.

laquelle le phénomène s'aperçoit. Parmi les synanthropes, on le trouve chez les chicoracées (1), un grand nombre de carduacées et quelques radices à sue analogue & celui des ombellifères, telles que les genres *Inula* et *Silyphium*, etc.

Il ne peut donc y avoir aucun doute que la cyclose et l'organisation de vaisseaux signalée par M. Schultze, sont en rapport, dans les végétaux, avec la formation et la marche du suc lacteux; mais le phénomène est-il universel? ou, en d'autres termes le suc lacteux est-il une sécrétion ou le suc nourricier lui-même? En faveur de cette dernière opinion, que j'avais jadis soupçonné (2), puis abandonnée, on peut dire avec M. Schullz:

1°. Qu'il est possible que là où le suc se trouve transparent, il devienne plus difficile de voir le mouvement des molécules;

2°. Qu'on trouve une foule de degrés entre le suc lacteux et le suc aqueux, depuis celui qui est coloré en rouge dans la sanguinaire, en jaune dans la chélidoine, en blanc mat dans le pavot, en blanc opalin et demi-aqueux des campanules et de plusieurs chicoracées, en blanc sale et peu déterminé des ombellifères, etc.;

5°. Que dans la même plante à différentes époques, on trouve le même suc à des degrés très-divers de élaboration; qu'ainsi les plus jeunes pousses des figuiers et des mûriers, et les feuilles prêtes à tomber, n'ont pas le suc lacteux de la même qualité que dans l'état de la végétation parfaite;

CO Voy. Ann. sc. nat., 1831, pi. II, fig. 3, 4, 5.

(2) Flore fr., 6d. 3, vol. I, p. 183 et 184.

4°\* Qu'en diverses parties de la même plante, on trouve souvent le suc dans des états fort divers, comme on peut s'en assurer en comparant les racines, les tiges et les feuilles des chicoracées ou des campanulacées dans une même espèce;

5°. Que toutes les espèces qui appartiennent aux familles où la cyclose a été vue, et qui n'ont pas encore présenté ce phénomène sous les yeux de l'observateur, montrent un suc dans lequel on remarque de petites coagulations analogues à celles qu'on voit dans le latex laticifère, et qui est renfermé dans des vaisseaux analogues ;

6°. Enfin, ces raisonnements déduits des expériences semblent corroborés par les faits observés dans les endogènes. M. Schultz a vu le phénomène de la cyclose dans toutes les espèces d'*Alisma* (1), d'*Aruin*, de *Callo*, de *Caladium*. Parmi les liliacées, le genre où on la voit le mieux est *Polygonum*; on la voit aussi dans *Fagopyrum*, l'*Allium*, le *Weiltheimia*, la *Lachenalia*, et dans les *Canna*. Parmi les graminées, il ne l'a vue encore que dans le maïs. Dans les aroidées, il a choisi les pétioles; dans l'*Alloë*, les p<sup>h</sup>anques. Dans *Talium*, toutes les parties de la lige sont propres pour faire l'observation. Dans l'*Alloë*, le mouvement est lent, mais énergique et durable. Chaque faisceau de vaisseaux, dans les endogènes, est composé en partie de vaisseaux spiraux, en partie de vaisseaux laticifères (2)\* Ces derniers sont situés aux

(1) *Ann. sc. nat.*, 1831, pi. II, fig. 1, 2.

(2) *Zeitsch. für physiol.*, T, p. 2.

côtés extérieurs du faisceau, comme on le remarque dans les pétioles des exogènes.

De ces divers faits, on serait disposé à conclure avec M. Schultz que les vaisseaux laticifères des parties foliacées représentent les vaisseaux sanguins des animaux & circulation locale, mais différent de la circulation générale sous ce rapport qu'elle s'exécute dans un organe sans connexion nécessaire avec les autres parties du végétal; qu'enfin le latex, tantôt plus ou moins laiteux, tantôt transparent, mais offrant toujours dans son intérieur de petites molécules et souvent de petites vésicules, représente le sang tantôt coloré, tantôt incolore des animaux.

Examinons cependant cette opinion de plus près, et nous trouverons de graves motifs pour douter de sa réalité, et pour admettre peut-être avec M. L. G. Treviranus (1) que le suc laiteux n'est pas le sang ou le suc nourricier du végétal.

1°. Le suc laiteux n'existe que dans un nombre de dicotylédones très-petit, si on le compare au nombre total de cette classe : environ sept à huit familles sur deux cents. Or, il est contraire à l'idée même de l'analogie qu'on veut établir avec le règne animal, d'attribuer le rôle du sang à un liquide si rare dans l'ensemble d'un règne.

2°. Ce liquide se rapproche tellement, par sa composition chimique, des sucs résineux, gomme-résineux ou autres analogues, qu'il me paraît impossible de le séparer complètement.

3°. Les sécrétions, dans le règne animal, donnent nais-

---

(i) Ann. sc. nat., 8, p. 401.

sance *h* des transports et des mouvemens de liquides qui peuvent très-bien avoir de l'analogie avec ceux que présente le latex considéré comme une sécrétion.

4°\* L'extrême analogie du mouvement des molécules du latex comparé avec celui qui s'exécute dans les cellules closes de quelques cellulaires et de quelques endogènes, doit tendre à prouver que ce phénomène est plus local que ne doit l'être la formation du suc nourricier.

5°. Le suc nourricier doit se trouver dans tous les organes qui prennent de l'accroissement. Or, le latex manque ordinairement dans les corps ligneux, même dans ceux dont l'écorce en est le plus abondamment pourvue.

6°. La nature ordinairement âcre et caustique de ce suc contraste avec l'idée générale que nous sommes disposés à nous faire d'un suc évidemment nourricier.

7°. On voit dans quelques cas, tels, par exemple, que dans le pavot, le suc découler en abondance d'un organe (l'épéricarpe) situé au-dessus des feuilles, et que l'ensemble des faits liés doit pas nous faire considérer comme spécialement propre à nous donner le suc nourricier.

8°. Les vaisseaux lactifères n'existent pas, selon M. Mayen, dans les très-jeunes plantes, et il semble inhérent à l'essence du suc nourricier d'exister à toutes les périodes de la vie.

D'après l'ensemble de ces considérations, et après des réflexions prolongées depuis bien des années, je suis resté convaincu que les sucs laiteux doivent être considérés comme des sécrétions, et la cyclose comme un mouvement remarquable lié à cet acte vital.

Le prix récemment proposé sur cette question par l'Académie des sciences de Paris, engagera probable-

ment plusieurs observateurs à s'en occuper, et tendra à éclaircir un des points les plus curieux et les plus obscurs de la physiologie végétale.

## ARTICLE II.

### *Sues résineux, gomme-résineux, etc.*

Les nombreuses sortes de sucs résineux, gomme-résineux, ou de nature analogue, qu'on trouve dans les feuilles et les sommets d'un grand nombre de végétaux, paraissent se former dans les points déterminés de la surface foliacée ou corticale, puis se frayer un chemin descendant par leur propre poids ou leur propre nature dans le tissu qui les entoure. Cet effet est d'autant plus marqué, que la sécrétion est plus abondante, que sa nature est plus lourde, plus ou moins volatile, qu'elle est plus corrosive, et que le tissu qu'elle doit traverser est plus mou. La place de ces réservoirs de sucs est déterminée par celle où se fait la sécrétion; mais le reste de leur cours, influencé par diverses circonstances, n'offre pas la régularité des autres fonctions organiques. En général, on les trouve principalement dans les parties foliacées ou corticales; mais on en trouve dans le bois de quelques arbres, et même on observe quelques canaux pleins de résine dans la moelle des pins. Ceux de ces canaux qui sont placés dans le corps ligneux, y restent intacts et sans alteration jusqu'à la mort de l'arbre; ceux qui sont dans l'écorce sont annuellement rejetés vers l'extérieur avec les couches corticales dans lesquelles

Ils étaient places. Pendant ce temps, ils sont tortillas, et souvent ronapés par le cliraillement des vieilles couches de l'écorce. Enfm, ils sont graduellement d&rruits et rcmpiac& par d'autres. Ce phénonènc leur est cominun avec les canaux du sue laileux. On profite souvent de cette disposition gônfrale pour extraire les divers sues de l'écorce, avant qu'ils soient rejelfe au dehors. C'est ainsi que, par des blessures arti fie idles faites aux écorces, on rcçoit les sues sécr&fts. Dans les arbres résineux, tels que les pins, on entaille l'tScorce par une fente longitudinale Ic long du tronc, et on place au has de l'arbre un godet qui rcgoit la r&sine. Les divers proc&ds que la pratique a sanctioning monlvent ^videmment que les sues descendent des parties sup&ricures vers les parties infe^rieurcs Acs v^g^taux, et que la plus grande quantity passe par l'écorce. C'est à eclte dernibre circonstance, ainsi qu'à la presence du latex, qu'il faut rapporler Ic nombre considérable d'écorces douses de saveurs, d'odeurs, et, par suite, de propri<H6s remarquables. C'est h la chimie ^ découvrir la nature diverse de ces sues, à la médecine ^ en^tudier ruction, à la pharmacologie à en raconter ^extraction. Le physiologiste devrait en faire connaltre la sécretion ; mais sa tâchc, qui est, il est vrai, la plus difficile, est loin d'être remplie.

Il ne parail pas que ces sues soient destines, dans l'&al de santé dos arbres, à être rejot^s au dehors des (Scorces , sous ibrmedcmalières exercices autrement qu'en suivant le sort des couches corticales ellcs-mêmes; tout au moins ils suivent leur route dans l'icorce, toulcs les i'ois que celle-ci n'a pas été ouverle artiiciellement ou accidentellement, el ils se readout ainsi jusqu'aux racines. Là, il

paraît bien s'en faire une véritable excretion, ainsi que nous l'avons indiqué chap. IX, §. 12.

L'étude chimique des sucs résineux est une des parties les plus obscures de la chimie végétale. On s'est contenté long-temps d'appeler résine toute matière qui, lorsqu'elle est arrivée à l'état concret, est sèche, cassante, non conductrice de l'électricité, développant par frottement l'électricité négative, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther sulfurique, les huiles et les alcalis; mais on donnait, dans la pratique, le premier rang, parmi ces caractères, à la solubilité dans l'alcool. On ne tarda pas à remarquer que plusieurs matières avaient à la fois des propriétés des gommes et des résines, c'est-à-dire, qu'elles étaient solubles partie dans l'eau, partie dans l'alcool; on les appela gommes-résines sans décider si ces substances (étaient des mélanges ou des combinaisons. On sépara, sous le nom de baumes, les résines qui donnaient des indices d'acide benzoïque, et on tendit ainsi peu à peu à séparer les sucs résineux d'après leur nature. Mais une des grandes causes d'obscurité qu'on rencontre dans l'étude de ces sucs, considérés dans leurs rapports avec la physiologie, est qu'à l'exception d'un petit nombre, on les a vu perdre par l'évaporation leur a enlevé une partie qui est peut-être de l'eau, mais qui pourrait bien être mêlée d'huile volatile.

M. Bonastre (1) a présenté sur la composition des sucs résineux des idées générales, qui me paraissent d'un haut intérêt, et qui devront, ce me semble, diriger les recherches ultérieures, lorsqu'il y aurait peut-être

---

(1) Journ. de pharm. 1820, 1830.

quelques modifications h faire dans sa classification des produits résineux. Selon ce chimiste, les sucs résineux peuvent être composés habituellement de quatre principes : une huile volatile, une partie résineuse, un acide et une partie accessoire. 1° L'huile volatile présente, lorsqu'elle fait partie d'un suc résineux, des caractères analogues à ceux que présentent les huiles volatiles pures; elle est elle-même, en effet, divisible en une partie fluide et odorante (*elaiodon*), et une partie concrète et souvent cristalline (*stéaropton*). Lorsque l'huile volatile est peu considérable dans le suc, celui-ci se classe évidemment dans les sucs résineux : lorsqu'elle y est fort abondante, on a peine à bien distinguer les sucs résineux de ce genre, des huiles volatiles. Nous y reviendrons dans l'article suivant. Les résines qui contiennent beaucoup d'huiles volatiles, forment, selon M. Unverdorben (1), les résines molles; les huiles s'en séparent difficilement, parce qu'elles n'entrent en ébullition qu'à une température élevée (200 à 260° R.).

2°. La partie résineuse des sucs de ce nom se compose elle-même de deux parties, savoir : la résine, et la résinule.

La *résine proprement dite* est entièrement soluble dans l'alcool; la solution a des propriétés acides, rougit le tournesol, et peut se combiner jusqu'à un certain point avec les alcalis et les oxydes métalliques. D'après M. Gaillet («i), il faudrait encore distinguer ici des résines neu-

(1) Bull. sc. chim., 12, p. 164.

(2) Essai sur la fabrication de Strasbourg, 1830; Journ. de pharm., 1850, p. 456\*

tres, ou qui n'ont aucune action sur le tournesol, et des résines acides. Quelques-unes de celles-ci paraissent avoir été considérées comme de véritables acides. Tels sont, par exemple, l'acide abiétique (1), et peut-être l'acide kahinique. M. Unverdorben (2), en particulier, les assimile aux acides, en ce qu'elles forment des sels (nommés *résinates*), avec les alcalis, les oxides, en proportions définies, comme il l'a surtout éprouvé de la colophane. Les résinates alcalins sont solubles, et les autres insolubles.

La *soie-résine* ou *résinule* n'est soluble que dans l'alcool bouillant ou l'acide sulfurique; elle est pure, brillante, cristalline, souvent phosphorescente; elle ne se combine pas avec les alcalis caustiques, et ne développe pas de couleurs avec l'acide nitrique. G'est à cette division qu'appartiennent la *burserine* (3), extraite du suc résineux de *Vedvigia balsamifera*, et de quelques autres burseracées; *Vamyrine* (4), qui provient de l'émbrin, ou suc résineux de *Vamyris elemifera*, et probablement on devra y rapporter plusieurs autres matières que nous indiquerons dans le chapitre suivant, parce que leur histoire physiologique est trop mal connue pour oser les classer ici.

M. Berzélius confirme la distinction des résines en

(1) François Caventou et Pellecier, Journ. de pharm., 16, p. 465; Ann. de phys. et chim., 441 p\* 391.

(2) F&S, Bull. sc. chim., 3, p. 516.

(3) Bonastre, Journ. de pharm., 1826, p. 494 ; 1830 p. 671.

(4) Journ. de pharm., 1830, p. 597; ADD. SOC. linn. Paris, 5, 1826.

deux principes, par ses observations sur le copal et la térébenthine (1), qu'il a l'un et l'autre séparés en deux corps. M. Unverdorben (2) divise les résines en indifférentes et électro-négatives, et parmi celles-ci il distingue trois classes, selon qu'elles se combinent ou non avec ammoniac, ou qu'elles forment avec elle des combinaisons susceptibles de se détruire ou de ne se pas détruire & l'eau bouillante.

3°. Les sucs résineux contiennent encore un acide : dans les vrais baumes, c'est l'acide benzoïque; dans les produits des conifères\* c'est, selon M. Bouostre, l'acide succinique ou métrique; dans d'autres sucs résineux, il est probable qu'on en trouvera d'autres, et dans quelques-uns, cet élément qui ne paraît pas nécessaire, pourrait bien manquer.

4°. Enfin, on trouve encore dans les sucs résineux des mélanges, qui paraissent accessoires, de diverses matières extractives, gommeuses, sucrées, des gels à base de potasse, de chaux, etc. De là dérivent les sucs extracto-résineux, gomme-résineux, etc. Les résines qui font partie des gommés - résines contiennent tous les produits des résines simples.

Cette indication sommaire des matières qui se trouvent dans les sucs résineux, peut faire juger de leur extraordinaire complication; c'est bien là un des caractères des sécrétions vicieuses dans les animaux. La bile semble, sous ce rapport, ressembler aux sucs résineux;

(1) Bull. sc. chim., 7, p. 57.

(2) Bull. sc. chim., 12, p. 161.

mais l'étude de ceux-ci est compliquée de difficultés spéciales. Ceux que nous désignons sous ce nom ne sont peut-être jamais exempts de mélanges avec des matières entraînées avec eux dans leur extraction. Les analyses de la plupart se sont faites sur les reliquats laissés après évaporation, et non sur les sucs eux-mêmes. Dans ces analyses, faites le plus souvent sous des points de vue étrangers à la physiologie, on a beaucoup plus songé à isoler les matières susceptibles de l'être, qu'à nous faire connaître leur rôle dans la composition du suc général dont on les extrait. Enfin, on manque d'un nombre suffisant d'analyses comparatives faites sur des sucs analogues, pour reconnaître les modifications qu'ils peuvent subir. Toutes ces difficultés réunies sur ce sujet plus que sur tout autre, font qu'il est impossible de classer avec un ordre suffisant les faits que nous possédons sur les sucs de cet ordre. On est obligé de se contenter encore de cette classification vague dont j'ai parlé.

i°. On appelle en général *sucs résineux* ou *résines* ceux où le mélange de matières gommeuses ou extractives est très-peu considérable, où l'on ne trouve pas d'acide benzoïque, où enfin la quantité d'huile volatile mêlée avec la résine est peu importante. Ces matières présentent par conséquent au plus haut degré les caractères propres aux résines : telles sont la résine du pin et la résine copal, sur lesquelles MM. Gay-Lussac et Thénard ont reconnu que ce genre de produit contient plus d'hydrogène que les quantités nécessaires pour faire l'eau. On les trouve principalement dans les écorces des familles des conifères, des térébinthacées, etc. Il est probable que ces sucs résineux ont de grande dif-

rences entre eux. Ainsi, outre celles que j'ai déjà mentionnées, il paraît, d'après M. Planché (1), que la résine des liserons est insoluble dans l'acide sulfurique. Des analyses de ses résineux, faites par familles, éclairciraient beaucoup ces comparaisons.

2°. Les *gommés-résines* paraissent composés de résine et d'huile essentielle tenues en suspension dans de l'eau chargée souvent de gomme et d'autres matières végétales; ce ne sont donc point des matières pures. Plusieurs se présentent dans les végétaux sous la forme de sucs lacteux; d'autres ont une apparence analogue à celle des résines: il est donc possible que nous confondions sous cette dénomination vague des chimistes, des sécrétions de divers ordres. Ce qui a motivé leur nom, c'est qu'elles sont solubles en partie dans l'eau, en partie dans l'alcool; elles le sont aussi dans les alcalis, mais non dans l'acide sulfurique. Ce qu'on sait de leur composition annonce de grandes diversités. On en peut juger par le tableau ci-joint, extrait des ouvrages généraux de chimie, mais disposé dans un ordre propre à faire voir ce qui est essentiel et ce qui est variable dans les gommés-résines. Il faut remarquer, 1° qu'à l'exemple de plusieurs chimistes, j'y ai réuni l'huile volatile avec la perte, parce qu'il est probable que celle-ci a porté surtout sur les matières volatiles; 2° que la quantité d'eau est insignifiante dans un produit plus ou moins desséché; 3° que j'ai supprimé les mélanges évidents de terre et de débris végétaux.

5°. On donne, depuis Buquet, le nom de *baumes* aux matières qui ont les propriétés générales des résines, mais

---

(1) Journ. de pharm., 1817, p. 166.

qui fournissent une portion d'acide benzoïque lorsqu'on les chauffe ou qu'on les fait digérer dans un acide. On doute encore si ces malifères sont réellement composés de résine et d'acide benzoïque, ou si cet acide se forme au moment de sa séparation. Les baumes sont solubles dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther et dans les acides forts. Il en est de liquides, tels que l'opobalsamum, le styrax, les baumes de Tolu, de copahu et du Pérou; et de solides, comme le benjoin, le storax et le sang-dragon : ils proviennent des écorces et des sommets de divers arbres qui appartiennent aux térébinthacées, aux légumineuses, aux styracées, etc. Leurs analyses offrent de grandes diversités, et l'histoire naturelle de la plupart est encore trop obscure pour qu'on puisse les étudier sous le rapport physiologique. Le baume du Pérou liquide (1) contient, sur 1,000 parties, 64 d'acide benzoïque, 31 de résine plus ou moins soluble, et 690 d'une huile particulière. Celui de copahu se compose, selon Lewis, de 50 de résine et de 50 d'huile volatile sans acide benzoïque (2). Le vrai benjoin ne contient, selon Brandes, que 9 sur 100 d'acide benzoïque, et la plus grande masse de ce baume se compose d'une matière appelée *huile empyreumatique butyracée* par le chimiste, et *résine* par Bucholz (3). On voit par ce petit nombre de baumes analysés, que ces matières sont réellement assez homogènes.

(1) Stollze, Journ. chim. méd., i, p. 109.

(2) Herberger conçoit ce dernier point; mais il ne trouve que 41 d'huile essentielle, 53,38 d'une résine jaune, 2,18 d'une résine brune, et 5,44 d'eau. ( Journ. de pharm., 1850, p. 367. )

(3) Fée, Cours d'hist. nat. pharm., a, p. 354\*

M. Dulong d'Astafort (i) assure même que la résine des baumes n'est pas identique avec les autres résines; et Hatchett (si) dit que cette résine, se colore en rouge par l'acide sulfurique, ce qui n'arrive pas aux résines ordinaires.

4°. Les chimistes modernes distinguent sous le nom de *gayacine* la matière qui sort de l'écorce du gaiac officinal, ou qu'on en extrait par la chaleur; elle ressemble beaucoup aux résines, mais paraît en différer : 1° parce que, distillée en vase clos, elle fournit jusqu'à 100 sur 100 de charbon, tandis que la résine n'en donne que 15; 2° elle se dissout complètement dans l'acide nitrique, et finit par former, au lieu de tannin, de l'acide oxalique; 3° en ce que, traitée par l'acide nitrique et le chloroforme, elle offre des changements fréquents de couleur brune, rouge ou verte. Exposée à la lumière et à l'air, elle devient verte comme la chromule des feuilles, ce qui fait penser que ces changements de couleur sont dus à diverses combinaisons d'oxygène. Le peu que nous savons sur l'histoire de la matière exsudée par le gaiac, est analogue à celle des autres exsudations résinoïdes.

5°. C'est encore à la suite des gommes-résines qu'il faut placer le peu qu'on sait de la *sarcocolle*. L'histoire physiologique de cette matière est entièrement inconnue. Elle se présente l'état de globules oblongs (depuis l'épaisseur d'un pois à celle d'un grain de sable), qu'on dit sortir de l'écorce du *penon sarcocolla*; elle ressemble beaucoup à la gomme arabique, mais elle se rapproche des

---

(1) Journ. pharm., 1826, p. 57.

(2) Bull. des sc. chim., 7<sup>e</sup> p. 76.

gommes-résines en ce qu'elle est soluble, partie & l'eau, partie *h* l'alcool; elle contient 80 sur 100 d'une matière spéciale, la sarcocolle pure, qui a une saveur sucrée et laisse après elle un peu d'amertume. Sa propriété la plus remarquable pour la distinguer de la gomme, c'est d'être précipitée de ses solutions par le tannin : on n'est pas encore parvenu à l'avoir cristallisée. On assure que la matière qu'on extrait de la racine des glycyrrhiza contient une substance brute fort analogue à la sarcocolle pure : quelques-uns l'ont nommée *glycyrrhizine*. La sarcocolle a été trouvée par M. Ricord-Madania dans les gousses de *Xacacia farnesiana*, dont elle forme en poids *h* peu près 2/100<sup>M</sup>.

6°. La matière glutineuse qui paraît accidentellement exsudée par *Yatrachylis gummifera*, n'est, d'après M. Virey (1), ni une vraie gomme ni une résine, et ressemble à la variété de gomme qu'on a nommée *bassorine*. Les alcalis et l'acide nitrique la dissolvent; elle brûle à la manière des gommes, sans donner de produits azotés; elle ne se dissout dans l'eau ni à froid ni à chaud, et elle colore faiblement l'alcool.

### ARTICLE III.

#### *Des huiles essentielles ou volatiles.*

Tout le monde sait qu'on désigne sous le nom d'*huiles* certaines matières liquides à la température ordinaire, peu ou point solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther, et très-inflammables. On en distingue plusieurs

---

(1) Journ. pharm., 1826, p. 257.

sortes dans le règne végétal. Les seules qu'on trouve dans l'état vivant, et qui puissent par conséquent faire partie de la physiologie, sont, 1° les huiles essentielles ou volatiles; 2° les huiles grasses ou fixes. Ces deux classes de produits végétaux offrent de grandes différences entre elles, soit sous le rapport chimique, soit sous le rapport physiologique.

Considérées sous le point de vue chimique, les huiles essentielles sont toutes douces d'une odeur et d'une saveur plus ou moins fortes; elles sont un peu solubles dans l'eau, et passent avec elle à la distillation, en lui communiquant leur odeur; elles se volatilisent sans se décomposer par la chaleur. Les huiles fixes, au contraire, sont inodores et insipides, ou à peine odorantes et sapides dans l'état de pureté. Elles supportent jusqu'à 200 ou 300 degrés de chaleur sans se volatiliser, et se décomposent à une température plus élevée.

Étudiées sous le rapport physiologique, leurs différences sont aussi très-frappantes. Les huiles volatiles se trouvent toujours dans les parties foliaires ou corticales, places ordinaires des sécrétions; les huiles grasses dans les graines, ou rarement dans le tissu du péricarpe. Les premières sont le plus souvent formées dans des cellules qu'elles remplissent en entier et qu'elles rendent transparentes; les secondes sont bien aussi formées dans des cellules, mais le plus souvent mélangées avec d'autres matières ou imbibées dans le tissu sans le rendre transparent. Les premières sont évidemment analogues aux matières sécrétées; le rôle des secondes est plus difficile à bien constater, comme nous l'exposerons dans l'article suivant.

Les huiles essentielles ou volatiles sont très-analogues aux sécretions des deux articles qui précèdent, et notamment aux sucs résineux dont elles font souvent partie; elles se forment dans les cellules arrondies ou plus rarement (dans les samydées) oblongues qu'on observe dans le tissu des feuilles et des écorces d'un grand nombre de plantes. Les écorces de la tige, du rhizome, des péricarpes, sont toutes susceptibles d'en fournir. Ces glandes se trouvent habituellement dans les feuilles; elles se rencontrent quelquefois dans les sépales des calices, par exemple, chez les hypericum; plus rarement dans les pétales, comme dans l'oranger; ou dans les fruits, comme chez plusieurs rutacées ou curatliacs. La plupart des huiles volatiles qu'on dit provenir des semences (telles que les huiles d'anis, de poivre, etc.), proviennent réellement du péricarpe, et non de la graine; cependant les graines en fournissent quelquefois, comme dans la muscade. Les cotyledons sont des feuilles qui en offrent très-rarement; mais il n'est pas exact de dire qu'ils n'en offrent jamais : ceux des millepertuis offrent déjà de petites glandes vésiculaires visibles. Dans toutes les feuilles qui en sont muées, ces cellules glandulaires sont remplies d'huile volatile ou essentielle, liquide naturellement transparent, et étant placées dans un tissu peu épais, semblent de petites fenêtres transparentes dont le tissu est criblé : c'est ce qu'on observe dans les feuilles des myrtilles, des aurantiacées, des samydes, des amyris, etc., etc. On exprime cette apparence, dans les descriptions botaniques, en disant qu'elles sont *punctatopellucida*; mais ces glandes existent souvent dans des tissus trop épais ou trop opaques pour qu'on puisse les

voir ainsi par transparence : telles sont les feuilles coriaces de plusieurs myrtacées, l'écorce du fruit des aurantiacées, etc. Enfin, les glandes elles-mêmes peuvent être opaques, quoique dans un tissu plus ou moins transparent : ainsi les feuilles des millepertuis présentent souvent 5 la fois des glandes transparentes et d'autres noires et opaques; celles des rutacées, de plusieurs térébinthacées, sont aussi quelquefois munies de glandes non transparentes.

Le liquide déposé ou sécrété dans ces glandes n'a point d'écoulement visible autre que l'évaporation; aussi remarque-t-on que tous les sucs renfermés de cette manière sont d'une nature essentiellement volatile : des matières non volatiles tendraient à s'extravaser, ce qui a lieu quelquefois dans les classes précédentes. Les huiles essentielles contenues dans ces cellules closes ont entre elles quelque analogie générale de nature avec des propriétés diverses plus ou moins aromatiques ou excitantes. Les feuilles ou les écorces qui en sont munies sont odorantes à l'état de vie, par l'évaporation de ces huiles, surtout à la chaleur; elles conservent encore cette propriété quelque temps après leur mort, probablement jusqu'à ce que toute l'huile volatile soit évaporée. Lorsqu'on rompt le tissu de ces feuilles, cette évaporation est accélérée; une *Urtica*, celle *Auschinus molle*, présente un petit phénomène qui mérite d'être noté: si on place sur une eau tranquille une de ses folioles, ou, mieux encore, quelques-uns de ses fragmens séparés, on voit ces folioles ou ces fragmens se mouvoir sur l'eau par des mouvemens brusques et irréguliers : ces mouvemens sont dus à des jets intermittents d'huile essentielle qui sortent des oel-

lules, frappent l'eau, et déterminent dans la foliole un mouvement de recul sensible h celui de l'olipile. On voit ici assez clairement un effet vital; et on conçoit, d'après cet exemple, ce qui peut arriver dans les végétaux qui offrent des odeurs inévitables.

Les huiles essentielles ne se forment jamais que vers la surface des végétaux, surtout dans les parties foliacées ou corticales bien exposées au soleil: aussi les plantes des pays méridionaux, et celles de nos pays qui vivent dans les lieux exposés au soleil, en sont-elles plus abondamment pourvues que les autres. La lumière et la chaleur paraissent influencer sur leur formation, sans qu'on puisse exactement déterminer la part de chacune d'elles dans le phénomène. Il est probable que la lumière y concourt en tant qu'elle favorise le dépôt du carbone dans le tissu, et la chaleur, en tant qu'elle est l'excitant qui agit le plus directement sur l'action laborante des cellules. Elles sont essentiellement composées de carbone et d'hydrogène. Peut-être, dit M. Théuard, ne contiennent-elles point d'oxygène, et ne diffèrent-elles de l'hydrogène percarboné que par une plus grande quantité de carbone\*. Cette composition annonce qu'elles doivent tirer leur origine de sources déjà fort laborieuses. L'homme a tiré parti pour lui-même de ces huiles essentielles; mais leur utilité pour le végétal même qui les produit est totalement inconnue\*. On peut présumer qu'elle est de quelque importance; car, 1° la production de ces huiles est constante dans une même espèce; et 2° les glandes de ce genre existent ou manquent en général dans toutes les espèces d'une famille; ce qui annonce que leur présence fait partie de sa symbolique organique.

**Au reste, il faut remarquer que les huiles essentielles**

se présentent dans les végétaux dans deux états fort différents : 1°. A l'état de pureté remplissant des glandes spéciales, et susceptibles d'en être extraites par la simple pression ou par l'ouverture des cavités qui les renferment; on leur donne souvent le nom *A'essences*. Ce sont celles qui paraissent jouer le rôle de vraies sécrétions. 2°. Mêlées avec d'autres sucs très-divers; celles-ci ne sont extraites que par des opérations plus compliquées, se trouvent dans des organes très-divers, tels que les rhizomes des amomées, le bois des conifères, etc. Leur histoire physiologique est encore plus obscure que celle des précédentes, et dans un grand nombre des huiles volatiles de cette classe on ne peut reconnaître les cellules qui les renferment : telles sont en particulier les aromes volatiles qui s'exhalent des pétales de rose ou de jasmin.

Les sucs propres du fruit des ombellifères offrent dans leur disposition quelques traits dignes d'être notés: ce sont aussi des huiles essentielles, mais qui semblent plus ou moins mélangées avec quelques matières moins volatiles, probablement gommo-résineuses. Ces sucs sont dirigés vers la partie supérieure du fruit, et descendent d'ordinaire entre les côtes, quelquefois sous les côtes, de manière à former des espèces de tubes alongés qui, vus par le dehors, paraissent de petites raies brunes, d'où on les a désignés sous le nom de *bandelettes* (*tilix*). On voit que leur origine est du côté supérieur car que lorsqu'elles ne sont pas complètes, elles s'arrêtent à moitié ou aux deux tiers de la route descendante. Dans ce cas, il arrive le plus souvent que la matière s'accumule au fond du canal comme au fond d'un sac, et produit des bandelettes en forme de massue ou de larme batavique

commen le voit dans les hercules et les sison; lorsqu'elles atcignent jusqu'à la base du fruit, elles sent du contraire toujours filiformes. Ges Sorles de reservoirs de sues propres se trouvent avec de l'égferes differences dans les sfyales de quelques lysimuchies et des oxalis. Us se rapprochent des reservoirs d'huile volatile par la nature des sues, et parce qu'ils sont à peu près clos : ils ressemblent aux reservoirs de sacs résineux parce que les sues se fraient eux-mêmes une route dans le tissu cellulaire.

L'bistoire chimique des huiles volatile\* est moins obscure que celle des sues résineux, parce qu'elles sont plus souvent pures et toujours moins compliquees.

Si on les compare entre elles, on trouve qu'elles different, 1°. par leur composition (voyez le tableau, chap. XI): les unes, telles que celles de citron, de bergamote, de térébenthine, etc. , ne contiennent pas d'oxygene; les autres, telles que celles de lavande, de roniarin, en contiennent de 3 & 15 pour 100. La presence de l'azote dans ces huiles est encore un sujet de controversy 2°. Par leur poids spécifique : la plupart sont plus legères que l'eau; telles sont (1) celles de roses , de fleurs d'orange on de neroli, de bergamote, de citron, de lavande, de spic, de re mar in, de menthe poivree, de carvi. D'autres en petit nombre sont plus pesantes que l'eau, savoir, celles de girofle, d'amandes amères, de cannelle, de sassafras. Parmi celles qui sont plus legères que l'eau, M. Brandes (2) a pris 1st

---

(1) Violet et Guenot, Jourii. phanu., 1829, p. 385; *Green's Handb.*, 2 , p. 204; Thomps., Syst. chim. tr.fr., 41 P» 119'

(2) *Ann. chim. phys.*, 21, 1827; *Bull. sc. china.*, 9 , p. 279.

pesanteur spécifique de trencle et une espèce à la température de  $12'5^{\circ}$  Kœaumur, et a trouvé que les extrêmes sont celles des fleurs de milleperluis qui pèse 0,8520, et celle d'absinthe qui pèse 0,9725. 3°. Elles diffèrent encore par leur manière de se conduire sous l'action de l'acide nitrique (1). Les unes rougissent lorsqu'elles y sont soumises: telles sont les busies de girofle, de saffran et de muscade, extraites des laurées; et d'autres bleuissent par le même agent: telles sont celles de valériane et de l'asclépiade. On peut ajouter à ces trois causes générales de diversité, 1° que certaines huiles volatiles détruisent la remission de lumière du phosphore dissous dans l'huile de pavot, et que d'autres moins nombreuses ne s'y opposent pas; 2° que les unes mises en contact avec l'iode s'échauffent et se vaporisent avec explosion; d'autres n'ont point cet effet (2).

Les huiles volatiles comme les huiles grasses sont composées de deux principes (5). L'un est fluide, odorant, susceptible de se colorer par l'acide nitrique; c'est l'*Ylaidon* de Herberger et l'*Vigreusine* de Bizio et Boullay. L'autre est une matière concrète, souvent inodore, cristalline, souvent très-régulière; c'est le *stéaroplon* de Herberger et la *séreuse* de Bizio et de Boullay. Cette

---

(ij \o). liizio, *Giorn. di chim.*, Brugnat, 1826, p. 36, Bull. sc. chim., 7, p. 21; Boullay, *Journ. de pharm.* 1828, p. 48; Bolle, Bull. pharm., 1829, p. 580; Boissacot, *Journ. pharm.*, 1829, p. 34; Bonastre, *Journ. pharm.*, 1850, p. 663; Herberger, *Journ. de pharm.*, 1830, p. 574\*

(1) Voy. pour les détails Walcker, *Ann. der phys. und chim.*, 1826, p. 15; Bull. sc. chim., 8, p. 56.

(5) *Journ. pharm.*, 1829, p. 15j.

matifere concrete se d'pose d'ordinaire *h* la longue par le simple repos, et se retrouve peu *h* peu dans toutes les huiles volatiles que Ton observe, mais en ofrant quelques differences de Tun *h* Paulre. D'aprfs M. Plisson (1), les cristaux que depose l'**huile** volatile de cannelle sont de l'acide benzo'ique; mais peut-êre ce fait a-t-il du rapport avec ('observation faite par MM. Robiquet (2) et Boutron, quel'huile volatile d'amandes amères peul se transformer en acide benzo'ique, metis que ni Tun ni l'autre ne prféxistent dans l'amande. Scion MM. Hcrbcrger et **Boul-**lmy, les malières d'posées par les huiles volalilcs de labitas, et qui avaient *616* prises pour du camphre, sont des malieres *h* odeur camphrée, mais nonidentiques avec le vrai camphre, et que quelques-uns ont nominé *camphoroides*. L'huile de persil depose une malière qui a une odeur térébinthacée, et qui parait assez analogue & ces camphoroïdes. Je ne serais pas éloigné de croire que le veritable camphre serait le sténropton de l'huile essentielle de divers lauriers. Cette opinion parait celle qui concilie le mieux les notions que nous possédons sur ce singulier produit.

L'histoire chimique du camphre est plus avancée que son histoire naturelle. On sait qu'il se présente sous la forme d'une matière analogue aux résines et aux huiles volatiles; à l'état de pureté, il est solide, blanc, transparent, très-volatil, d'une odeur forte et d'une saveur âcre, peu soluble à l'eau, et très-soluble à l'alcool. (Voy. ses **éléments**, au *Tableau* & la fin du chapitre XI.)

(i) *Journ. pharm.*, 1829, p. 15;.

(a) *Journ. pharm.*, 1830, p. 427.

On l'a considéré comme un des produits immédiats des végétaux; mais il parait qu'on doit en distinguer plusieurs variétés ou espèces.

1°. Le camphre des Laurinées, ou le vrai camphre, se retire des *Laurus camphora* et *sumatrensis*, du *Dryobalanops aromatica*, et peut-être de plusieurs autres arbres de la même famille; il ne transsude pas extérieurement par l'écorce, mais on le trouve ou sous l'écorce ou dans les cavités du corps ligneux, soit à la tige, soit aux racines; il se présente sous la forme de petits grumeaux, les plus gros de la dimension d'un pois, les plus petits comme du sable. Ces grumeaux sont probablement déposés par les huiles essentielles dont ces arbres sont abondamment pourvus dans leur feuillage, leur écorce et même dans le bois. • . <

2°. Les camphorés ou camphres des Labiées. Depuis un temps inépuisable on retire une sorte de camphre, dans le royaume de Murcie, des huiles essentielles de Labiées; et M. Proust (1) a fait connaître en détail ce produit remarquable. En exposant ces huiles à l'air libre, elles s'évaporent, et le camphoré reste dans le vase sous forme cristalline; on en peut retirer 100<sup>es</sup> de rhuile de romarin et de celle de marjolaine, 42 12 de celle de sauge, 25 de celle de lavande; on en retire aussi de celles de menthe, de thym, etc.

3°. Les huiles volatiles des amomées ont aussi fourni un stéroïde analogue au camphre. Geoffroy en avait jadis retiré de la zedoaire, Carlhuser de celles de ma-

---

(1) Journ. de phys., mars 1790.

*ranta galanga*, de *kampferia rotunda* et *A'amomum zinziber*.

Enfin, on dit en avoir retiré des racines de *Vandropogon schamanthus*, de *Yinula helenium*, de l'aristoloche, etc., plantes qui toutes donnent aussi de l'huile volatile. L'odeur camphrée du camphorosma, du tabac, etc., pourraient tenir & une sécrétion de même ordre.

Ces différents camphres semblent n'être pas complètement identiques : celui du thym, par exemple (1), ne forme pas de dissolution liquide avec les acides nitrique et sulfurique, et n'est pas précipité en poudre par l'acide nitrique, comme le camphre des Laurinées. On fabrique des camphres artificiels toujours un peu différents des naturels, en traitant l'huile de térébenthine par le gaz acide hydrochlorique :

Enfin les huiles volatiles déposent encore dans quelques cas des matières concrètes de nature grasseuse, qui semblent former une classe de produits distincts des camphorés et du camphre : telles sont la *myricine*, la *cardine* (2), que j'ai déjà mentionnées en parlant de la cire (chap. X, §. 6), et quelques autres, telles que *Vatirade*, que je mentionnerai plus tard, parmi les produits sur-hydrogènes (chap. XI, art. 4).

#### ARTICLE IV.

##### *Des huiles fixes ou grasses.*

La place que Ton doit assigner aux huiles fixes dans le

---

(1) John Brown, *Phil. trans.*, 1755, p. 361.

(a) *Journ. pharm.*, 1829, p. 156.

tableau des sucs végétaux, considérés sous le rapport physiologique, offre des ambiguïtés difficiles à résoudre.

D'un côté, il faut remarquer, 1° que l'huile fixe ne se trouve que très-rarement dans les parties corticales (Jus fruit, et presque toujours dans l'intérieur de la graine, place où les sécrétions précédentes ne se trouvent jamais; 2° qu'elle paraît, dans l'acte de la germination, se transformer facilement en Emulsion nutritive, et y remplir le même rôle que la fécule : circonstances qui tendraient à la faire placer dans les matières nutritives au chapitre précédent.

D'un autre côté, il faut avouer cependant que l'huile fixe diffère des matières nutritives ordinaires sous deux rapports remarquables : 1° Elle offre une composition chimique dans laquelle l'hydrogène entre pour une proportion beaucoup plus considérable que dans les matières nutritives, ce qui a fait dire à M. Thénard (1) qu'elle peut être considérée comme un mélange d'eau et d'hydrogène percarboné. (Voy. tableau U.) 2° L'action de l'huile fixe sur les végétaux qui l'absorbent par leurs racines est celle d'un poison. 3° L'huile fixe est composée comme les vraies sécrétions et comme l'huile volatile en particulier, (de deux principes distincts et séparables).

Sous le premier rapport, on peut remarquer que quoique l'huile fixe soit insoluble dans l'eau, elle est facilement allégée par la végétation; de telle sorte, que celle qui existe dans les graines végétales est rapidement convertie en émulsion pendant la germination, et sert à nourrir les jeunes plantes précisément comme le fait la gonimo-

---

(1) Traité de chimie, 5, p. 404

ou le sucre, et comme la graisse paraît le faire dans les animaux lorsqu'elle est résorbée. M. Raspail (1) compare la graisse avec la fécule, et dit, comme Svammerdam l'avait déjà remarqué (Bibi. nat. 1737, p. 3n), que la graisse est comme la fécule formée de globules pleins d'une matière liquide. Cependant l'analogie de la graisse avec l'huile me paraît plus frappante encore, car elle repose à la fois sur une analogie de rôle et de nature.

Sous le second rapport, on pourrait croire probable que si l'huile fixe tue les végétaux qui l'absorbent par leurs racines, ce n'est point à raison de sa nature chimique, mais à cause de sa consistance physique; elle obstrue les pores ou méats de la plante, et à cause de son immiscibilité avec l'eau, elle empêche le passage de ce liquide si nécessaire à la végétation.

Sous le troisième point de vue, on est tellement frappé de l'analogie de nature et de composition des huiles fixes et des huiles essentielles, qu'il paraît impossible de les séparer trop complètement.

C'est d'après ces considérations que j'ai cru devoir placer l'huile fixe parmi les matières scissiles, en l'assimilant à la graisse des animaux, c'est-à-dire en la considérant comme une sécrétion nutritive ou facile à changer en matière nutritive. Que si l'on n'admet pas cette opinion, il sera facile à chacun de rejeter par la pensée cet article dans le chapitre prudent.

L'huile fixe se trouve en général dans les graines ou les organes très-voisins des graines, et paraît être, dans

(1) Bull. sc. chim., 7, p. 318.

les familles qui en fournissent, l'aliment approprié à la nourriture des jeunes embryons.

On la trouve imbibée dans les cellules de l'embryon, et surtout dans ses cotylédons, chez les crucifères, les linéaires, les juglandées, quelques amétoctes, telles que le hêtre, le chêne; quelques végétaux, telles que *Varachis hypogæa*, *Le dipterix odorata*, la plupart des rosacées, amygdalées, etc. Elle se retrouve en outre dans les albumens de plusieurs plantes, savoir, dans celles de toutes les euphorbiacées, des papavéracées, etc. On extrait du *camellia oleifera* une huile fort employée en Chine, et qui a presque la consistance du suif. Enfin quelques-unes des matières connues sous le nom de cures ne paraissent être que des états particuliers de l'huile fixe : tels sont, par exemple, le beurre de cacao et celui de golan (1).

Dans l'intérieur de la graine, l'huile fixe ne se trouve en quantité notable que dans le périsperme des oliviers. On en a aussi trouvée, dès le temps de Mathioli, quelques traces dans le périsperme du dornouiller sanguin.

La quantité proportionnelle de l'huile peut être extraite par compression des diverses graines à table comme suit, principalement par MM. Schiibler et Bentsch.

(1) Les graines des bassia, et surtout du *B. longifolia*, contiennent, pour les trois quarts de leur poids, une matière huileuse analogue au beurre de cacao, d'une saveur douce et aromatique. Elle se saponifie complètement, et se conserve bien. C'est ce qu'on nomme le beurre de Galam. (Vauquelin, Journ. de phann., 1830, p. 57.)

Graines de	Sur 100 parties en poids.
Avelue. . . . .	.60
Cresson des jardins. . . . .	56 à 58
Olive (1). . . . .	.50
Noix. . . . .	.50
Pâvot. . . . .	47 > 50
Amande. . . . .	.46
Euphorbe épurge (J5\ <i>lathyris</i> ) (1)..	41
Colza. . . . .	.00
Moutarde blanche. . . . .	.36
Tabac. . . . .	.3a à 56
Prune. . . . .	.33
Navette d'hiver. . . . .	.33
Navette d'été. . . . .	.30
Gaude. . . . .	.50
Cameline. . . . .	.28
Chenevis. . . . .	.a5
Sapin. . . . .	.24
Lin. . . . .	.7*2
Moutarde noire. . . . .	.18
Hélianthe. . . . .	if)
Faine (graine de bête). . . . .	.12 à 16
Graine du raisin, selon Schöbler ...	10 à 11
<i>JiL</i> selon Schwcin^berg....	5
<i>Id.</i> selon Julia-Fontencelle..	13 à 18 (5)

### Le fruit de l'olivier, qui donne de l'huile par son péricarpe.

(1) La graine de l'olive isolée du fruit, donne en huile, selon l'expérience de Sicuve (Pmll. sc agr., 10, p. 213), 54 pour 100, ce qui s'éloigne peu de la détermination de Schöbler. Voy. ci-après pour le produit du péricarpe.

(2) D'après Chevallier, Bull. \*c. agr., 5, «p. 318. Il dit que par l'ether on en obtient 51 pour 100.

(5) La quantité varie selon les variétés employées. (Journ. chim. mM., 18^7, p. 66.)

carpe > mérite une mention spéciale. D'après l'expérience de Sieuve, citée plus haut, 100 livres d'olives donnent 32 livres d'huile parlagées comme il suit: Ipcricarpe pèse 7G et donne 21 livres d'huile; le noyau pèse 24 livres, dont l'amande, pesant 7, produit moitié de son poids environ, soit 4 d'huile; le reste, soit les sept autres parties d'huile, furent fournies par le bois du noyau: probablement elles appartenaient au suc du péricarpe et étaient restées adhérentes au noyau. L'huile de l'amande et de bois est inférieure en qualité à celle de la chair du fruit, et c'est pourquoi l'huile des olives qui ont été comprimées est la meilleure.

Dans les premiers de ces exemples, c'est-à-dire ceux où l'huile est dans l'embryon ou l'albume, il est évident qu'elle est modifiée par l'acte de la germination, et qu'elle sert à la nourriture de la jeune plante. Il est probable que celle du péricarpe doit aussi servir à la nutrition de l'embryon; mais nous n'en avons aucune preuve directe etc. Les noyaux de l'olive, qui au reste contiennent aussi de l'huile, germent bien quoiqu'ils soient privés de leur péricarpe. Nous ignorons complètement quel est le genre d'action chimique par lequel l'huile se transforme en matière émulsive dans la germination. Au reste, l'homme s'empare de l'huile pour son propre usage, comme il fait de la glycose, du sucre et de la gomme, et détourne ainsi à son profit le magasin de nourriture que la plante avait préparé pour sa progéniture, ainsi qu'il le fait des œufs des oiseaux. Le rôle important de l'huile dans l'économie animale alimentaire, prouvé que le cristallin indique par Davy comme moyen de juger de la qualité nutritive des végétaux est erroné : il propose (Ghim. agr., 1, p. 180)

de la mesurer par la quantity de matière soluble à l'eau; mais à ce compte l'huile grasse et la fécule ne compteraient point parmi les matières nutritives. Il est vrai qu'elles ne le deviennent qu'en devenant solubles; mais, quand on examine le végétal entier, elles seraient toujours négligées dans l'appréhension.

L'huile se dépose dans les cellules arrondies qu'elle paraît remplir, ou même avec du mucilage et peut-être d'autres matières qui modifient la saveur et la propriété des huiles diverses. On l'obtient par compression ou par ébullition; mais ces deux procédés ne donnent aucune garantie d'avoir l'huile entièrement indépendante des matières qui peuvent être mêlées avec elle dans le tissu d'où on l'exprime; les moins impures paraissent être celles qu'on obtient par une compression légère; mais encore les différences de leurs saveurs, de leurs odeurs, etc., indiquent bien qu'on n'a pas ici une matière véritablement exempte de tout mélange.

Les huiles considérées à leur plus grand état de pureté sont encore, d'après les observations de MM. Braconnot et Chevreul (i), composées de deux matières distinctes: l'une plus liquide, analogue à l'huile des graisses qui s'imbe dans le papier gris, et a reçu les noms d'*huile* ou *oléine*; l'autre plus solide, analogue à la *stéarine* des graisses, qui en a gardé le nom, et qui reste libre après que toute la première a été imbibée dans le papier gris. Ces deux matières sont dans les proportions suivantes, d'après les recherches des chimistes :

---

(i) *Anp. de chim.*, t. 3, p. 225.

## Sur 100 parties dans l'huile de

	Élaïne.	Ste*arine.
Olives. . . . .	.72	28
Amandes donees. . . . .	.76	5*4
Colza. . . . .	.54	46
Palme. . . . .	.69	3i

La fève tonka (*dipterix \*odwat<u*) contient une matière grasse et saponifiable, aussi composite d'élaine et de stéarine. La fève picnirim qui provient de la famille des Laurin<sup>es</sup>, contient, d'après M. Bonaslre, sur 500 parties 110 de stéarine sans élaine (1). La muscade contient sur 100 parties 7,6 d'élaine et 22 de stéarine (2). Les proportions des principes élémentaires sont, d'après M. Chevreul, un peu différentes dans ces deux matières, savoir :

	%	Carbone.	Oxigène.	Hydrogène.
Élaïne. . . . .	.9,030		9,548	11,422
Stéarine. . . . .	78,776		944 <sup>^</sup>	« 1,770

Il faut encore savoir si d'aussi faibles différences tiennent bien à la nature réelle de ces matières ou à quelque mélange (5). Les huiles fixes sont toujours plus ou moins souillées par un résidu de lie ou de crasse, dont on les débarrasse principalement par l'action de l'acide sulfurique; ce résidu paraît essentiellement formé par les débris des membranes des cellules dans lesquelles l'huile était renfermée.

(1) Journ. pliann., 11, p. 8.,

(2) Journ. pharm., 9, p. 25i.

(3) Raspail, Journ. sc. obs., 3, p. 244\*

' Le poids des huiles fixes est modifié dans la pratique par la quantité de lie qui peut y rester mélangée : M. Brandes (1), qui les a examinées sous ce rapport à l'état de la plus grande pureté\* qu'il ait pu obtenir, a trouvé qu'à la température de 12'5° Réaumur, la plus pesante est l'huile de ricin, qui pèse 0,9748 et la plus légère celle de pavot, qui pèse 0,9120.

Le principe doux trouvé par Scheele dans les huiles grasses, et Domm<sup>^</sup> par M. Chevreul *glycérine*, ne peut compter parmi les principes des végétaux considérés à l'état de vie, puisque MM. Fretny et Chevreul ont prouvé qu'il est produit dans les opérations où une base salifiable fait un savon en réagissant sur l'oléine et la stéarine.

Les principes savonneux qu'on trouve dans quelques végétaux tiennent-ils à des combinaisons naturelles d'huile avec les matières alcalines que nous verrons tout à l'heure exister dans les végétaux en nombre assez grand? C'est ce qu'on ignore; et, en général, l'histoire chimique de ces principes savonneux est encore très-obscur.

La racine de la saponaire officinale, qui est dès longtemps connue pour sa qualité savonneuse, contient, selon M. Bucholz<sup>^A</sup>), 34 pour 100 d'un extractif mucilagineux soluble dans l'eau, à laquelle il donne un aspect savonneux : ce principe a reçu le nom de *saponine*, mais est encore très-peu connu.

Le quillai (*quillaia smegmadermos*) contient dans son écorce un principe savonneux qui mousse avec l'eau et sert à laver et détacher les linges; il a une saveur pi-

(1) Bull. sc. chim., 9, p. 279.

(?) D'après F<sup>^</sup>e, Cours d'hist. nat. m<sup>^</sup>d., I, p. 480.

quante ou poivrée (Boutron et Henry, Journ. pharm., 2828, p. 202 et 247). Ce principe particulier est soluble & l'eau et & l'alcool; il se dessèche en plaques minces et transparentes (p. 51).

La graine d'avocatier (*laurus persea*) contient un savon <Sg&al d'une couleur rougeâtre, d'une odeur aromatique, de consistance de cire molle, plus pesante que l'eau, où il est entièrement soluble; il rougit le papier de tournesol, et est combiné dans la graine avec l'acide gallic. (Ricord-Madiana, Journ. pharm., 1829, p. 150.) .

---

## CHAPITRE XI.

*Des Sécrétions locales qui sont jamais rejetées au dehors, ni transportées en nature d'un organe à Vautre.*

---

Nous avons passg en revue, dans les chapilres **précé-**dens, toutes les mntières qui sont ou rejelics au dehors du végétal, ou agglomfrées dans de certains cavitfo spf- ciales, et plus ou moins susceptibles d'èlre transports d'une partie du végétal & l'autrc; il nous reste h'diltf. quelques mots d'autres mati^res qui sont bien aussi des sortes de secrétions, rmais qui different des pi^cidentes sous les rapports suivans :

1°. Elles ne sont jamais ni rfgulifirement ni accideu- tellement rejelées au-dehors;

2°. Elles ne sont pas transposes d'une place & l'autre du v6g6tal par aucuns canaax;

3°. Elles se forment dans certaines cellules mflfes le plus souvent avec d'autres mati^res, et ne peuvent être isolies que par des opérations chimiques;

4°. Elles se trouvent indiffliremment dans les parties corticales ou ligncuses, et même dans tous les organes.

L'histoire de ces matiferes a beaucoup d'inl^rêt sous le rapport de la chimie et de scs applications, mais pent h peine faire partie de la physiologie, (ant est grande l'ignorance oil Ton est sur leur formation. Nous les indi-

querons donc plus succinctement encore que les précédentes. Il est vraisemblable que lorsqu'elles seront mieux connues on s'en parera en plusieurs classes les matières que je laisse ici réunies comme en une sorte d'appendice de l'histoire des sécrétions."

Si la chimie eût été le but de cet ouvrage, j'aurais dû classer entièrement ces substances d'après leurs éléments, et me reporter à la division des matériaux immédiats des végétaux en matériaux hydrocarbonés, suroxygénés, surhydrogénés ou azotés, que j'avais déjà admis dans la Théorie élémentaire (i); mais comme mon seul but est de grouper ces matières secrétées dans le rapport qu'elles peuvent avoir avec la physiologie, j'adopterai ici une division plus vague il est vrai, mais qui cadre mieux avec mon but. J'examinerai donc successivement les matières acides, azotées-neutres, alcaloïdes, résineuses; j'y joindrai comme en appendice les vitamines tannantes et co-tannantes, et je terminerai ce chapitre par un tableau synoptique. Ce tableau, destiné à indiquer la composition élémentaire des matériaux immédiats où elle est reconnue, me dispensera, pour chacun d'eux, d'indiquer cette composition, et j'y renvoie d'avance les lecteurs.

---

(i) Tutor. 4<sup>m</sup>., é<sup>d</sup>. 1815, p. 410; é<sup>d</sup>. 1819, p. 448. Cette division correspond aux premières classes que MM. Henry et Plisson ont adoptées dans le Journ. de-pharm., 1830, p. 249. Leur cinquième classe, qui comprend les matières sulfurées, ne me paraît pas admissible dans le règne végétal. L'acide sulfo-sinapique a été reconnu un mélange, et non un acide pur. L'albumine végétale ne paraît contenir du soufre que d'une manière accidentelle; et le soufre, vu sa inertie dans les végétaux, n'a pu paraître devoir être placé dans le chapitre suivant.

## §. i. Matières acides.

Les chimistes ont en général l'habitude de donner le nom d'acides végétaux à ceux où l'oxygène est uni à une base double, le carbone et l'hydrogène; mais ils savent très-bien aujourd'hui que cette manière de s'exprimer est loin d'être exacte. En effet, d'un côté, ils sont obligés de classer sous cette dénomination un grand nombre d'acides qui n'ont jamais été trouvés dans le règne végétal, bien que, par leur composition ternaire, ils ressemblent aux matières végétales; tels sont les acides oléique, margarique, stéarique, laccique, butyrique, qui sont des produits du règne animal, et l'acide mellitique qui provient du règne minéral. 2° Ils seraient obligés, pour être rigoureux, d'exclure de la liste des acides végétaux ceux qui contiennent de l'azote, tels que les acides aspartique, hydrocyanique, etc., qui ne peuvent pas en être rangés au moins sous le rapport qui nous occupe ici.

Parmi les acides dits végétaux par les chimistes, nous devons éliminer comme étrangers à notre but ceux qui ne font pas partie des végétaux vivans : tels sont l'acide succinique qui provient d'un corps d'origine probablement végétale, mais qu'on ne trouve plus à l'état de vie; tels sont encore les acides camphorique, mucique, amylique, pyrotartarique, subérique, nancéique, violacique, indigotique, carbazotique, ricinique, daïodique, pyromalique, etc., qui sont produits avec des matières végétales, mais par des opérations artificielles, et qui ne se trouvent pas immédiatement dans le végétal.

Les propriétés fondamentales des acides sont, comme chacun sait, de rougir les couleurs bleues végétales, et surtout de faire des sels lorsqu'on les combine avec les alcalis. Outre ces propriétés générales, les acides végétaux sont en général susceptibles de cristallisation, plus ou moins déliquescens, plus ou moins solubles dans l'eau et la plupart dans l'alcool, susceptibles en fin, presque tous, d'être décomposés par l'acide nitrique. On avait cru long-temps que ces propriétés fondamentales des acides étaient dues à une combinaison d'oxygène en quantité surabondante; mais on a appris par plusieurs exemples que l'acide peut être produit par des causes très-diverses; et, quoique l'oxygénation soit la plus fréquente, elle est loin d'être la seule. Ainsi, pour ne pas sortir de notre sujet, nous trouvons des acides qui appartiennent aux quatre grandes classes des combinaisons végétales/savoir, aux matières hydrocarbonées, suroxygénées, surhydrogénées et azotées. Nous les examinerons dans cet ordre, et dans chaque division, s'il y a lieu, nous distinguerons ceux qu'on trouve dans les végétaux à l'état d'acide libre, et ceux qui ne s'y rencontrent qu'à l'état de combinaison saline.

*A. Acides hydrocarbonés, c'est-à-dire où ni l'oxygène ni l'hydrogène ne sont en dose plus grande que dans l'eau.*

Parmi les acides qui ont été jusqu'ici rapportés à cette division, se trouvent, l'acide gallique qui, selon M. Berzelius, ne contient pas plus d'oxygène qu'il n'en faut pour saturer l'hydrogène; 2<sup>o</sup> l'acide ulmique ou l'ulmine, dont Af. Boullay a donné la composition; 5<sup>o</sup> l'acide acétique: mais comme la propriété neutre de celui-ci est con-

testae, nous le rejeterons dans la division suivante, et nous mentionnerons seulement ici l'acide ulmique et l'acide gallique dont la composition est & peine différente. (Voy. le tableau.)

a. *Acide ulmique ou ulmine.*

L'ulmine a été découverte (1) dans une exsudation inorganisée de ToriHeau. d'où elle a reçu son nom. Dès-lors, on Ta, dil-on, retrouve dans les écorces de pin, de cinchona, de chêne, de charnie, de marroujer d'Inde, de simarouba; mais il est doux si elle y est toute formée à l'état de santé, ou si elle ne se trouve que par suite d'altérations morbides, ou par l'effet des agents employés à décomposer ces corps. M. Braconnot(a) l'a fabriquée artificiellement en chauffant la sciure de bois dans un creuset avec un poids égal de potasse caustique; puis il l'a trouvée toute formée dans la suie, et Ta formée avec l'acide sulfurique(3), de la sciure de bois et plusieurs autres matières végétales, telles que l'amidon, le sucre de canne, etc. M. Poty. Boullay (4) la trouve dans le terrau, la terre de bruyère, la terre d'ombre, la tourbe, le fumier, et en général dans la plupart des matières ligneuses ou corallines ou décomposées, telles que les fumiers, etc. : il pensoit qu'il s'en forme aussi dans la distillation du bois. Il est donc douteux si l'ulmine doit être comprise par mi les matériaux immédiats des végétaux vivans, ou par mi ceux de la décomposition morbide ou accidentelle des matières végétales. M. Raspail (5) regarde l'ulmine comme

(1) Vauquelin, Ann. chim., ai, p. 44; Thompson, Syst., 4; p. 53; Fée, Cours d'hist. nat., a., p. 644\*

(a) Ann. chim., 121 p. 191.,

(3) Jit/em, 12, p. 172.

(4) Journ. pLarm., 1830, p. 165-164.

(5) Pull., so. chim., 8, p. 333.

formé par les débris charbonneux des végétaux, et comme pouvant différer d'elle-même selon son mode de production. M. Sprengel, qui l'a observée dans la terre, lui a donné le nom *acide humique* (i) % . ' n \*

L'ulmine, à l'état de pureté et de dessiccation, est un corps noir, peu sapide, inodore et insoluble à l'eau, ce qui a fait qu'on l'a souvent prise pour du charbon, par exemple, dans les cendres de fumier, où elle est abondante. Ce corps est très-soluble dans l'alcool et l'acide sulfurique concentré, la potasse, la soude, l'ammoniaque, et à chaud, dans l'acide acétique; l'eau le précipite de ses dissolutions : il se combine avec toutes les bases salifiables, d'où M. Pol. Boullay lui a donné le nom *acide ulmique* : mais il n'a point la saveur acide, ne rougit pas les teintures bleues végétales, et, comme l'acide gallique, ne contient que du carbone et de l'eau, et point d'oxygène surabondant.

Une très-faible quantité d'alcali suffit pour saturer cet acide et le transformer en ulminate. Tous les urates alcalins sont insolubles à l'eau : c'est par sa combinaison avec la potasse que l'ulmine devient soluble dans l'urine d'orme où elle a été primitivement trouvée ; et c'est par son union avec la chaux, l'ammoniaque ou la potasse, que l'ulmine insoluble des terres et des fumiers devient soluble, et nutritive pour les plantes. (Voy, liv. V, chap. des Eaux.) Sa remarquable analogie de composition avec les matières nutritives, la gomme, la fécule, etc., explique et confirme sa propriété alimentaire pour les végétaux.

#### b. *Acide gallique.*

L'acide gallique, qui, comme son nom l'indique, se retire habituellement de la galle du chêne, offre ceci de remarquable, quant à son histoire physiologique, qu'au lieu d'exister dans le végétal à l'état de pureté, ou combinée avec les terres ou les al-

(i) Bull. sc. chim. , 10 , p. 173.

'calis, on le rencontre toujours uni au tannin. La partie soluble de la noix de galle en contient 0,16 : on le trouve encore dans quelques fruits de monocotylédons, tels que l'arec-bétel (1); dans les feuilles de *Ciwaria myrtifolia*, etc. etc.

Cet acide est caractérisé par la couleur bleue qu'il développe quand on le mêle avec un sel soluble de peroxyde de fer, et surtout par la couleur noire du précipité formé par cet acide, mis en contact avec une dissolution de fer au maximum; ce qui forme l'encres. L'acide gallique cristallise en petites aiguilles blanches; sa saveur est d'abord astringente, ensuite sucrée (2).

Il se sépare du tannin en ce qu'il est soluble à l'alcool pur, qui ne dissout pas le tannin, et qu'il ne précipite pas la colic, comme le fait le tannin. M. Pfaff (5) a bien développé les différences de ces deux corps. Le même chimiste assure (4), que le principe vert qu'on avait cru trouver dans le café\* n'existe pas, mais que c'est l'acide gallique qui lui donne la propriété de colorer l'albume en vert.

L'acide gallique diffère à peine de l'acide ulmique par sa composition : aussi M. Dobereiner (5) l'a changé en ulmine, en le dissolvant dans l'ammoniaque caustique et en mettant la dissolution en contact avec l'oxygène.

C'est une question encore débattue entre les chimistes, que de savoir si l'acide ellagique de M. Draconnot est identique avec l'acide gallique ou doit en être définitivement séparé.

### B. Acides suroxygénés.

Les acides qui contiennent plus d'oxygène qu'il n'en faut pour saturer l'hydrogène > sont de beaucoup les plus

(1) Morin, Journ. pharm., 1823, p. 455.

(2) Gay-Lussac, leçon 2<sup>e</sup>; p. 50.

(5) JOURNAL. pharm., 1829, p. 435.

(4) Bull. sc. chim., 10, p. 94.

(5) *Idem*, I, p. 116.

noibreux dans le règne végétal comme dans les deux autres. Ce qui leur offre de curieux, c'est l'extrême différence de cet oxigène surabondant : ainsi, pour citer les extrêmes, quelques-uns pensent que l'acide acétique et l'acide gallique n'en contiennent point; et ceux qui leur en attribuent le plus le portent à 2,56 pour le premier, et 5 pour le second; tandis que l'acide oxalique en offre 60. Le tableau synoptique fait connaître ces proportions en détail.

Nous exposerons l'histoire abrégée de ces acides, en commençant par ceux qu'on trouve dans les plantes à l'état de liberté, savoir ;

*a Acide acétique,*

L'acide acétique est de tous les acides celui qu'on rencontre le plus souvent dans la nature végétale ; on le trouve dans la sève de presque toutes les plantes, tantôt libre, tantôt uni à la potasse, comme dans la sève de Forme, etc. On le retrouve aussi dans certains fruits, par exemple le piment, à l'état d'acétate de chaux dans l'arête de la canne à sucre; il paraît celui de tous qui a la moindre dose d'oxigène, et qui par-là se rapproche le plus de l'état de la gomme, de la fécule, du sucre et de la lignine, d'où doit résulter que la moindre altération dans les proportions de ces quatre matériaux doit tendre à former de l'acide acétique : aussi voyons-nous qu'il se développe facilement, soit dans la fermentation vineuse où il semble produit par l'altération de la fécule, soit dans l'altération du bois où il provient de l'altération de la lignine. Dans ce dernier cas, il se forme d'abord de l'acide pyroligneux, qui, purifié, se réduit à de l'acide acétique. Celui-ci, à l'état de pureté, est susceptible de cristalliser, incolore, volatil, d'une saveur très-forte et mêlé de quelques parties d'eau sur cent. Lié à lui-même, il attire beaucoup d'humidité, et ne se trouve jamais dans la nature que très-étendu d'eau. La sin\*

gulière composition de l'acide acétique n'est pas'encore établie avec l'assentiment unanime des chimistes. Ainsi, selon les uns, il n'a que 2,865 d'oxygène, outre celui de l'eau, et, selon W. Prout, il est uniquement composé d'eau (52, p. 5) et de carbone (47, 5) « Cette analogie plus ou moins complète avec la composition de la gomme, du sucre, de la fécule et de la lignine, tend, (D'un côté, comme je l'ai dit tout à l'heure, à expliquer la facilité de sa formation, et peut-être, de l'autre, à montrer que l'acidification est un phénomène différent de l'oxygénation, comme on le voit plus évidemment dans la formation de certains acides dits minéraux.

#### *h. Acide malique.*

L'acide malique, jadis appelé acide *malusien* par M. Guyton-Morveau, avait d'abord été considéré comme distinct de l'acide sorbique de Donovan. MM. Braconnot et Houton-Labillardière ont prouvé que ce dernier n'est autre chose que l'acide malique débarrassé de toutes substances étrangères. Cet acide est un des plus répandus chez les végétaux vivants : il se trouve, 1° dans presque tous les fruits charnus, (els que les pommes, les sorbes, les prunelles et en général les fruits de pomacées, les baies de sureau, d'épine-vinette, des groseillers, du framboisier, du raisin à l'état de verjus, du myrtille, du cassisier; à la surface des fruits des rhus dits yinagriers, etc. Il est plus abondant avant la maturité absolue et se trouve souvent dans le suc cristique. 2° On le trouve à l'état de malate d'acide de chaux, dans le suc des jonbaibes et dans le suc de Tananas, selon Adet; 3° dans le suc de Fourcroy; 4° dans la pulpe du tamarin; 5° mêlé avec d'autres acides dans la pulpe du tamarin; 6° mêlé à l'acide oxalique dans l'excrétion des pois-chiches; 7° dans les racines du *Cyprus esculentus* soit pur, soit à l'état de malate de chaux, selon M. Lesant (1); 8° dans la gomme-résine nommée ladanum, etc.; 9° dans la coque du Levant, où il avait été pris pour un acide

---

(1) Journ. pharm., 8, p. 501.

particulier qti'on nommait *mdnispermique* (i). Il est sou Vent mélangé de parties extractives on inucilagincuscs, et surlout plus ou moins élendu d'eau. Il est deliquescent, incolore et cristallise en mamelon. J'e sucfc traits par l'acide nitrique produit des cristaux très-analogues, d'ou, ainsi que de TaiKnilé de leurs élémens, on peut inférer que le sucre et l'acide malique peuvent.se phanger Tun dansTautrc. La diminution de cet acide dans les fruits qui, en inûrissant, passetat à l'état sucre\*, pourrait bien tcnir à une transformation de ce genre opeYeedans les cellules. Get acide sera it remarquable, selon quejqüies-uns^ en ce qu'il contiendrait plus d'hydrogène qu'il n'en faut pour neutraliser l'eau.

c. *Acide citrique.'*

L'acide cilrique, retiré primitivement du citron, comme son nom l'indique, se trouve sans ou prcsque sans mélange d'acide malique dans le sue des fruits de la famille des auratiacées, des *vaccinium oxycoccos* et *vitis-idasa*, du *cerasus padus*, du *sola-tium dulcamara*, du rosier, etc. Il est mcic' avec une quantilé à >eu piès égale d'acide malique dans ceux des groscillers (d'ou on a récemment (2) propose" de Texti'nirc en grand), du myrlille, du cerisier, du fraisier, des ronces, du *crat&gus aria*, etc. On l'a rctrouvd à l'état de citrate de chaux dans les feuilles du pastel, du chou, et dans le jus d'oignon : il est aussi, dans ce dernier corps, à l'état de citrate de magnésic. Cet acide cristallise eu prisme\* rhoinbo'idaux, et, dans cet état, coatient encore 17 pour cent d'eau de crislallisation. On le r^duit darts, l'acide citrique soushydratc'a' n'en plus con tunic que 9,6. Sa saveur est très-acide. Sa composition diffère très-peu de celle du sucre, et riiistoirc de 4a maturation rend très-probable qu'il se transforinc en sucre par Tcn^el de la végétation.

---

(1) Boullay, Journ. pbarni., 1828, p. 63.

(2) Tilloy, Journ. pharm., 1828, p." 2i3.

c. *Acide pectique.*

L'acide pectique est très-remarquable par la singulière propriété qu'il possède de former avec l'eau une gelée incolore, légèrement acide au papier de tournesol. Il a été découvert par M. Braconnot, dans les tubercules de dahlia et de topinambour, les tiges de *Xequiselum fluvial'do*, les racines de navet, de carotte (1), de scoronère, de *polygala senega* (2), de cynoglosse (3), *decynanchum vincetoxicum*, les couches intérieures de l'écorce des arbres exogènes, les fruits, les graines, les tiges et les feuilles d'un grand nombre de plantes herbacées. Sa composition n'est pas connue; il se transforme facilement en acide oxalique sous une influence alcaline faible. M. Raspail (4) croit qu'il est formé par le ramollissement que les alcalis déterminent sur les membranes végétales; il dit en avoir obtenu en traitant de la sciure de bois par la potasse caustique, puis par un acide.

e. *Acide rhéique.*

L'acide rhéique ou rhéumique d'Anderson (5), trouvé dans le suc des tiges ou côtes de la rhubarbe, cristallise en aiguilles, est soluble dans 2 parties d'eau, mais est encore peu connu quant à ses caractères, et tout-à-fait inconnu quant à ses éléments. On assure qu'il n'est autre que l'acide oxalique.

g. *Acide kramérique.*

L'acide kramérique, observé par M. Peschier (6), dans la

(1) *Viiuquclio*, Journ. pharm., 1826, p. 54°.

(a) Feneuille, Journ. clin. inéd., \* p. fan., *Diagn. Journ. pharm.*, 1827, p. 667.

(5) Cénédilla, Journ. pharm., 1828, p. 62?..

(4) Bull. sc. chim., 8, p. 315.

(5) Ann. philos., 8, p. 247\*

(6) Journ. pharm., 1820, p. 54\*

racine de ralania (*krameria triandra*), offre, scion lui, la propriété de former avec des alkalis des sels qui cristallisent, et qui décomposent les sels à base de baryte et de strontiane ; mais sa composition est inconnue, et son existence est contestée par M. Chevallier(i).

#### h. Acids ginckoiique.

V acide gincko'ique (2), découvert par M. Peschier dans la chair du fruit du *gincko biloba*, est très peu connu pour être encore définitivement admis.

#### i. Acide glaucique.

M. Runge (5) a annoncé\* avoir découvert d'abord dans *Scabiosa succisa*, dans les dipsacées, les composées, les caprifoliacées, les ombellifères et les plantaginées, et dans presque toutes les parties de ces plantes, un acide qu'il nomme glaucique. Il se présente en une masse jaunâtre, cassante, qui rougit le papier de tournesol, et neutralise l'ammoniaque, en formant une combinaison jaune, laquelle, par le contact de l'air, prend une couleur bleue verdâtre. L'acide à l'air n'a prouvé aucun changement. En versant une goutte d'ammoniaque sur une feuille fraîche ou sèche des plantes citées plus haut, on reconnaît, par la coloration, la présence de l'acide glaucique.

Les rubiacées, selon le même chimiste, contiennent un principe qui devient bleu quand on le chauffe avec l'acide hydrochlorique étendu.

#### k.\*Acide lichénique.

L'acide lichénique, obtenu par M. Pfaff du lichen d'Islande, est analogue à l'acide boracique, mais forme avec la baryte un

(1) Diet, des drogues, 1, p. 122.

(2) Bibl. univers., 17, p. 55.

(S) Brandes, Archiv., 27, p. 512 (1828). Fer., Bull. sc. chim., n, p. 384\*

sel insoluble dans l'eau. Le lichen en infusion ou decoction rougit les dissolutions de fer. Berzélius l'avait pris pour de l'acide gallique qui, selon Piäff, ne doit pas cette couleur (i).

1. *Acide sélénique.*

L'acide sélénique a été extrait par M. Pcschier des racines de *selinum palustre*. S'il est mêlé avec des sels de fer sous-oxides, il forme un précipité blanc, et de même avec les hyperoxides, pourvu qu'on ajoute une solution alcaline (2).

Les acides que je viens d'énumérer sont les seuls qu'on trouve libres dans les plantes vivantes; et la rareté des six derniers dans la nature est telle, qu'on doit surtout fixer son attention sur les premiers. Il nous reste à passer rapidement en revue ceux qu'on n'a trouvés, dans la nature vivante, qu'à l'état de combinaison; tels sont les suivants :

ni. *Acide oxalique.*

L'acide oxalique pourrait encore appartenir à la première série, puisqu'on dit qu'il est exsudé par les poils du *clerodendron bitorquatum*; mais il est beaucoup plus fréquent sous sa forme de sel : ainsi, on le trouve à l'état d'oxalate de chaux dans les racines ou les rhizomes de saponaire, dictamnée blanche, ononis, tormentille, achillée, fenouil, calévaire, wükiane, asclépias, orcaïette, mandragore, patience, iris de Florence, zédaire, gingembre, curcuma, scille et dans les écorces de simarouba, sureau, cannelle et cascarille; à l'état d'oxalate de potasse dans le suc de bananier; de binoxalate de potasse, vulgairement sel d'oscille, dans les parties herbacées des *rumex acetosa* et *acetosella*, de *Xoxalis acetosella*, de *rheum palmatum*, et proba-

---

(i) *Journ. J. chem. physik* . 1825, p. 471; *Hull. Soc. chim.* , 8 , p. a; q.

(2) Pcschier, *Bull. sc. chim.*, 10, p. 555.

blement du *berben's spinosa*; de quadroxalale souvent mêlé avec le précédent^ enfin A l'état d'oxalate de soude dans les sal sol.

L'acide oxalique est caractéristique\* par sa cristallisation en prismes quadrilatères à sommets dièdres, par sa saveur très-forle et sa vive action sur le tournesol, enfin, par sa grande affinité pour la chaux qu'il enlève à tous les autres acides; ce qui explique le grand nombre de plantes qui contiennent de l'oxalate de chaux. Il est de tous les acides végétaux celui qui contient le plus d'oxygène et le moins d'hydrogène, si tant est que celui qu'on a cru y trouver ne soit pas dû à son eau de cristallisation. MM. Dulong et Berzélius pensent qu'à l'état ordinaire, il contient 42 pour cent d'eau, et que par la chaleur on l'enlève à 14 pour cent, mais que dépouillé de toute son eau, il ne contient que deux atomes de carbone, et trois d'oxygène, soit 33,78 de carbone et 66,22 d'oxygène, c'est-à-dire point d'hydrogène. Or, si on le compare à l'acide carbonique, qui contient 27,37 de carbone et 72,62 d'oxygène, il semblerait être un acide carboné, ou un corps intermédiaire entre l'oxyde de carbone (qui a 45 de carbone et 67 d'oxygène) et l'acide carbonique. D'autres chimistes y ont ajoutés un peu d'hydrogène, 2,745 sur 100. Mais cette opinion paraît abandonnée, et la facilité avec laquelle le charbon rouge; convertit l'acide oxalique en oxyde de carbone et en acide carbonique, prouve son extrême affinité avec ces corps.

M. Gay-Lussac trans/brme au moyen de la potasse caustique, en chauffant modérément, la sciure? du bois ou d'autres substances végétales, telles que l'ail, la gélatine, l'huile de colza, etc., en acide oxalique.

#### n. *Acide tartrique,*

L'acide tartrique ou l'acide tartre ne se trouve presque jamais pur dans les végétaux. Il est abondant dans le suc de raisin, où il se présente sous la forme de dépôt, nommé *tartre*: il y est combiné avec la potasse et la chaux; on le trouve aussi combiné à ces deux bases dans le lichen d'Islande. M. Yauquelin l'a retrouvé à l'état d'acide dans la pulpe du tamarin, et M. Tromsdorf dans la baie du sumac. On ne le connaît point à l'état

anhydre; hydraté<sup>d</sup>, il contient encore 11.84 d'eau : c'est à cet état qu'il existe dans les végétaux.

o. *Acide équisoïque.*

Il a été trouvé combiné avec la magnésie dans l'écorce de *I'equisetum fluviatile*, par M. Braconnot (i). Il est inalterable à l'air, cristallise ou en cristaux confus ou en petites aiguilles radiées. Il est moins aigre et moins soluble que l'acide tartrique; au feu il se fond et se boursouffle. Il forme des sels déliquescens avec la potasse et la soude, des sels cristallisables avec l'acide tartrique, des sels solubles à l'eau avec les terres. Sa composition est inconnue.

p. *Acide morique.*

L'acide morique ou moroxylique n'existe que combiné à l'oxygène, sous la forme de petits grains d'un brun jaunâtre et noirâtre sur l'écorce du mûrier blanc. Il paraît formé par quelque fermentation morbide du mûrier et ne peut exister à l'état de santé.

q. *Acide kinique.*

L'acide kinique n'a été trouvé qu'uni à l'oxygène, et peut être combiné avec la quinine et la cinchonine dans l'écorce de quinquina; ses cristaux sont transparents, très-acides, point amers et inodores. k. État de siccité, ils ne s'altèrent point à l'air; par la chaleur on en obtient un autre acide nommé *pyrokinique* (2). Il est encore mal connu, ainsi que le précédent.

1. *Acide méconique.*

L'acide méconique n'a encore été trouvé que dans l'opium, combiné avec la morphine, et on ne connaît pas la proportion des éléments. Il cristallise en longues aiguilles, en lames carrées ou en ramifications formées d'octaèdres allongés. Il est très soluble à l'eau et à l'alcool.

(1) Ann. phys. et chim., 1809, p. 111.

(a) Henry et Plisson, Journ. pharm., 1839., 389.

s. *Acide\* igasurique.*

L'acide igasurique n'a encore été rencontré\* que dans la fève Saint-Ignace (graine de *Vignatia amarā*), unie à la strychnine.

Enfin, parmi les acides qui ne sont pas acides végétaux proprement dits, mais qu'on trouve cependant dans les plantes, nous ennumérons:

<sup>1</sup> i°. L'acide phosphorique, qui, mêlé à l'acide malique, se trouve, dit-on, à l'état libre dans le marronnier d'Inde (1), les fleurs de verbascum (2), Forgôt des céréales<sup>1</sup>(3), les bulbes d'oignon (4), les racines de la pivoine officinale pour 1/500 (5); à l'état de phosphate de chaux dans le suc de la chélidoine (6), les graines de moutarde noire (7), les racines de *polygala* ~~mega~~.

a°. L'acide inurialique ou hydrochlorique, qui se trouve à l'état de malate de potasse dans l'écorce de Winter (8), à l'état libre dans les feuilles de pastel (9), à l'état de muriate de magnésic, dans l'écorce de cannelle blanche (10).

5°. L'acide carbonique qui fait comme la base de la végétation, et qui diffère de la plupart des acides végétaux, parce qu'il ne contient point d'hydrogène; les acides oxalique, amylique et croconique partagent, dit-on, avec lui cette particularité et ces

(1) Vauquelin, Journ. pharm., 1810, v. 2.

(2) Morin, Journ. pharm., 2, p. 225.

(3) Vauquelin, Ann. chim., 48, p. 98.

(4)/6. *ib.*, t. 5, p. 161.

(5) Morin, Journ. pharm., 10, p. 988.

(6) Chevallier\*, Journ. méd., 5, p. 431.

(7) Thibierge, Journ. pharm., 5, p. 446.

(8) Henry, Journ. pharm., 5, p. 480.

(9) Chevreul, Ann. chim., 68, p. 284.

(10) Henry, Journ. pharm., 5, p. 488.

vers acides scffolciil former uncclasse.^péciale d'acides ve'ge-  
taux à composition biunirc.

### C. *Acides surtydrogénés.*

La plupart des résines, et, selon quelques-uns, toutes les résines, appartiennent à cette division. J'en ai dit quelques mots dans le chapitre précédent, et je ne reprends ici ce sujet que pour mentionner quelques-unes de ces matières où la propriété acide est assez prononcée pour qu'on les ait classées parmi les acides, et décorées de ce nom; telles sont les suivantes :

#### a. *Acide abietique.*

L'acide abietique (1) est une résine acide, retirée de la térébenthine par M. Carffliot; il rougit la teinture de tournefort; à l'aide de la chaleur, il se dissout dans l'alcool, l'éther et le naphtalène; il perd 5 pour cent d'eau en se combinant aux bases.

#### b. *Acide pinique.*

L'acide pinique de Unverdorben (2) provient de la térébenthine du pin sauvage, et est lui-même une résine de la même classe de cétacés. Il ne forme que des combinaisons neutres, et la plupart des pinates sont solubles dans l'acide pinique et dans l'alcool quand ils sont purs. Il paraît voisin de l'acide succinique.

#### c. *Acide sylvique.*

L'acide sylvique se trouve, d'après le même auteur, dans les résines du pin sauvage et du sapin et paraît identique avec la matière cristalline trouvée par M. H. dans la poix blanche ;

(1) Essai sur les térébenthines; Strasbourg, 1830; Journ. pharm., 1830, p. 439.

(2) Ferruss., Bull. sc. chim., 10, p. 164.

il se sépare des résines traires\* par l'alcool bouillant, et cristallise par le refroidissement, et alors il se dissout dans l'alcool froid; il n'est pas soluble à toutes proportions dans l'éther et l'alcool, mais bien dans les huiles volatiles. Il forme avec les alcalis fixes des sels acides. '

d. *Acide benzoïque.*

L'acide benzoïque ne se trouve, parmi les végétaux principaux, que dans les baumes (chap. 5), dans le vernis de la Chine (1). Il a été retrouvé, par M. Vogel, dans les fèves de tonka, dans les fleurs de melilot, et dans deux graminées: *Vholcus odoratus* et *Yanthoxanthum odoratum* (2). Il est solide, blanc, un peu ductile, inodore, de saveur piquante, un peu amer, peu soluble à l'eau, et beaucoup plus à l'alcool; il contient deux fois autant d'hydrogène qu'il en faut pour saturer l'oxygène, et se rapproche ainsi de la nature des résines avec lesquelles il se trouve mélangé ou combiné dans l'état de nature. '

*Acide kahincique.*

L'acide kahincique (3) est le principe amer de la racine du kahinca, soit *chiococca anguifuga*. Il cristallise en aiguilles blanches, délicates et groupées; sa saveur, d'abord nulle, devient ensuite marquée à la gorge. Il ne se dissout que dans plus de 600 parties d'eau ou d'éther; très-facilement au contraire dans l'alcool. Il rougit le tournesol, se combine avec les bases, et les

(1) Macaire-Prinsep ^ Mém. de la soc. d'hist. nat. de Genève. Vol. 3, p. 131. — Journ. pharm. 1829, P\* ^m

(2) Journ. de pharm., 1826, p. C). On ne désigne pas Torgaïc « cet acide a été trouvé. Est-ce dans les rhizomes, qui sont la partie la plus odorante de ces plantes? est-ce dans les feuilles? ce qui semble résulter de ce que Tautevir attribue l'acide benzoïque de l'urine des animaux à leurs aliments.

(3) François Gaventouët Pélietier, Journ. pharm., 16, p. 465; Ann. de phys. et chim., 44, p. 291. "

sature cam me les acides. Combiné avec Id cliaux, il forme un mélange soluble à l'alcool, et qui, en se refroidissant, forme des flocons alcalins : il paraît exister dans la plante combiné avec la chaux.

f. *Acide phociniqite.*

Cet acide, que M. Chevreul (1) a trouvé d'abord dans l'huile des dauphins et des marsouins, puis dans les baies de *viburnum opulus*, petit à-peu-près, vu sa rareté, compter dans les produits végétaux. Il est remarquable par la quantité d'hydrogène qu'il contient (Voy. le tableau), et parce que, chauffé avec le contact de l'air, il brûle à la manière des huiles volatiles.

g. *Acide stéarique.*

L'acide stéarique, qui est fort abondant dans le règne animal, et qui contient un excès notable d'hydrogène (u,56), a été découvert, retrouvé dans la graine du nftngo (*mangifera indica*). M. Aëquin (2) y a reconnu 2,3 sur 100 d'une matière grasse, qui est soluble à chaud dans l'alcool, l'éther sulfurique et l'éther acétique, qui cristallise par le refroidissement, et qui paraît, selon lui, identique avec l'acide stéarique.

D. *Acides azotés.*

a. *Acide hydrocyanique*<sub>K</sub>

L'acide hydrocyanique ou acide prussique ne se trouve pas tout à fait dans le règne animal, mais se produit facilement en traitant les matières animales ; il est, comme on sait, très-remarquable par l'absolue totalité de l'azote dans sa composition (Voy. le tableau) ; il semble formé d'hydrogène, uni à une base appelée cyanogène, qui est elle-même composée de carbone et d'azote. Cet acide extraordinaire existe, selon les uns, tout formé

(1) *Leçons de chimie théor.* 20, p. 55.

(2) *Journ. pharm.*, 1831.

dans les feuilles de laurier-croisé, de pêcher, de mahaleb, et dans les graines d'amande, amères, de cerises noires (*Cerasus avium*), de pêches, d'abricots, etc.; dans les pétales du pêcher et dans quelques écorces jeunes des mêmes arbres; il est ainsi comme confiné<sup>1</sup> dans la tribu des rosacées-amygdalées. M. Fée dit cependant que les fruits à pépins des pomacées en contiennent aussi un peu (1). Selon d'autres chimistes, les amygdalées renfermeraient le cyanogène dans un état différent de l'acide hydrocyanique. Cet acide, comme on sait, est volatil et très-vénéneux. Dans toutes ces plantes, il est plus ou moins mélangé avec une huile volatile, que les uns disent n'être irritable neuse qu'à raison de ce qu'il y résulterait un peu d'acide hydrocyanique, mais que d'autres soutiennent être vénéneuse par elle-même; et son effet sur les plantes confirme cette assertion (Voy. Hv. Y, chap. XII). C'est cet acide qui passe à la distillation, lorsqu'on laisse des noyaux avec la pulpe des cerises, et qui communique au kirschwasser le goût de noyau.

#### b. Acide aspartique.

Il a été retiré des jeunes pousses de l'asperge par M. Plisson (2); il cristallise en longs prismes à 4 pans, à sommets dièdres, transparents, incolores et inodores. Il est plus soluble dans l'eau chaude qu'en froid, et est insoluble dans l'esprit de vin à la température ordinaire. Chauffé à l'air, il se décompose en laissant une odeur animale. Chauffé dans le vide, il forme de l'ammoniac et de l'acide prussique. Bouilli dans l'eau avec la fécule, il empêche de se colorer par l'iode, comme le fait l'acide lactique et plusieurs autres acides végétaux (3); il tend aussi à la convertir en sucre: ses sels sont tous décomposés par le feu; quelques-uns donnent de l'ammoniac.

(1) Cours d'hist. nat. pharm., 2, p. 98.

(2) Plisson, Journ. pharm., 1829, p. 209; Ann. **phys.**, 40, p. 310.

(3) Gouverchel, Journ. pharm., 1821.

c. *A aide fungique.*

C'est probablement id qu'il faut placer l'acide fungique, que M. Braconnot a trouvé dans la plupart des champignons liarnus; il est en grande partie libre dans le *peziza nigra* et uni à la potasse dans le *boletus juglandis*. Il est très-aigre, incristallisable, incolore, déliquescent. Sa composition élémentaire n'est pas connue; mais je présume qu'il contient de l'azote par analogie avec tous les produits des champignons. Diffère-t-il de l'acide bolélique ?

## §. a. Des matières azotées neutres.

On a long-temps regardé l'azote comme un des éléments propres au règne animal, et on considérait comme des exceptions rares les végétaux qui en démontreraient la présence, tels que les crucifères et les champignons. On sait aujourd'hui que ce fait est beaucoup moins borné qu'on ne l'avait cru; non-seulement l'azote se trouve à l'état de gaz dans toutes les cavités aériennes des végétaux, non-seulement il se montre sous forme d'ammoniac dans plusieurs décompositions végétales, mais encore il entre comme partie constituante dans plusieurs principes immédiats répandus dans les végétaux. Chez quelques-uns il paraît être en quantité si petite, que sa présence est encore controversée : telles sont la fécule et la gomme, où M. Th. de Saussure en admet environ 1/100 ; telles sont les huiles volatiles, où je même Svanth en admet aussi une quantité qui n'atteint pas 1 pour 100. En laissant de côté ces matières où l'azote est en si faible quantité, nous relaterons ici seulement les matériaux plus sensiblement azotés. Ces matériaux peu-

vent se ranger sous trois divisions : 1° Les matières azotées acides, énumérées sous l'article précédent; 2° les matières azotées alcalines, qui feront l'objet du suivant; et 3° Les matières azotées autres, qui seront traitées dans celui-ci. Parmi celles-ci nous distinguons deux séries : les unes qui, quoique azotées, sont propres au règne végétal; les autres qui, se trouvant plus abondamment dans les animaux, ont été retrouvées dans quelques plantes, tout comme des matières uniquement composées de carbone, d'oxygène et d'hydrogène, telles que la créatine, etc., se trouvent dans le règne animal. Avant de les passer en revue, observons qu'aucune de ces matières ne se présente à l'état de pureté dans les végétaux; mais toute fait partie de sucs ou de tissus composés, de sorte que l'analyse chimique peut seule les isoler et les faire connaître. Leur histoire physiologique est donc très-obscur; leur histoire chimique, quoique fort élaborée depuis quelques années, laisse encore bien des ambiguïtés; elle offre un grand intérêt d'application, puisque la plupart de ces matières jouissent de propriétés très-actives, et qu'en les séparant de la matière inerte qui les entoure, on peut espérer d'en obtenir des médicaments très-actifs et très-homogènes, ou des matières colorantes, sapides, odorantes, à un degré très-intense.

Outre les matières ci-dessus énumérées, on trouve dans une foule de plantes des substances azotées plus ou moins abondantes, mais mal déterminées encore : elles sont celles qui ont été notées dans la racine de Colombo (i),

---

(i) Planché, Ball, pharm., 3, p. -289,

de *pareira-brava* (1), de *jonidium ipecacuanha* (2), les feuilles du pastel (3), les graines de lin (4), Picorcc d'angustura, d'après Thompson, l'hepbe de la grande absinthe, d'après Braconnot, dans la boarrache, d'après Milne-Edwards (5), etc., etc.

A. *Matières propres au règne végétal* (6).

fe. *Gluten*.

Le gluten avait été primitivement nommé principe végétal animal, parce qu'il se rapproche par sa composition des matières animales. Il se confond quelquefois avec la gluline dans les analyses, et peut-être même, d'après M. Link, ces deux principes doivent-ils être réunis. On obtient le gluten en malaxant sous un filet d'eau de la pâte de farine de froment et d'autres céréales. C'est une matière visqueuse, extensible, élastique, flexible, insipide, un peu grisâtre, qui paraît contenir de l'eau, et qui en perdant par l'évaporation, perd aussi son élasticité et devient cassante. Il ne se dissout pas dans l'alcool, se dissout un peu dans l'eau, et mieux dans l'acide acétique. Il en est précipité par le chlore et par l'infusion de noix de galle. Abandonné à lui-même, il fermente et exhale une odeur fétide analogue aux matières animales. Il donne de l'ammoniac par la putréfaction.

Cette matière se trouve toute formée dans l'albumen de la

(1) Fencuille, Journ. pharm., 7, p. 407.

(2) Pelletier, Journ. pharm., 3, p. 158.

(3) Chevreul, Ann. chim., 68, p. 284.

(4) Vauquelin, Ann. chim., 80, p. 314.

(5) Man. mat. méd., p. 49.

(6) L'indigo et les autres matières colorantes azotées seront indiqués plus tard à l'article des matières colorantes.

graine des granaine\*es dites céréales, savoir, les fromeh̄s, les seigles et les orges. M. Raspail pense s'être assuré\* que ic gluten est la partie membrancusc des cellules de I<sup>1</sup> albumen qui reri-ferment ia ftculc, et que &s membranes ne contiennent de l'azote que parce qu'elles enr^prisonnent de l'airatmosphérique; mais cette opinion n'est pas adoptée par les autres chimistes; et on ne saurait, en effet, comprendre, jusqu'à prcuve nouvelle, pourquoi ces membranes diff'rcraient tant des autres membranes végdtals. Par la fermentation, le gluten dévelojipe une aszcz grnndc quantité de gaz hydrogène et d'acide carbonique; c'est sa présence dans la farine de ces céréales, qui permet d'en Hi ire une pâte ductile, et qui y fait dévelbpper ces cavité's acriennps QU yeux qui distinguent le pain d'avec les gâteaux (faits avec de la ftcuic. Les proportions de mati&res amylacées et glutinQiises qu'on trouve dans diverses farines sont les\*siivantes :

Stir 100 parties.	Fc'cul?.	Gluten.
Froment, selon Proust . . . . . *»•••••	74,5	12,5 fi)
— — Vogel . . . . . V•+(>.	68,0	24,0
— D'automne, selon Davy . . . . . 1.	77,0	19,0
— De printemps, id. . . . .	70,0	24,0
— De Barbarie, id. . . . . 74?®	74,0	23,0°
— De Sicile, id. . . . .	75,0	21,0
Epautre, selon Vogel, . . . . . j4,0	74,0	32,0
Orge de Norfolk, selon Davy, . . . . .	79,0	6,0
Orge, selon Vogel, . . . . N. . . . . •••.	87,0	3,0
Seigle de Suffolk, selon Davy, . . . . . L •»' i)1,0	87,0	5,0 <
•Avoine, selon Davy, • . . . . .	59,0	6,0%
— — Vogel, . . . . 1M.V.1LMI	59,0	0,0 (2)

(1) Scion Henry (Journ, pharm., 1829, p. 129) 1 les, farines pures du commerce contiennent 10 i/4 de gluten *suiv* ce gluten qu'on se réduit à 5 ou 6 dans celles qui sont allurées par un mélange de fécule.

(2) Le gluten est reimpUcé, selon Vogel, par ~~6,50~~ d'albumine végétale, soit glutine.

Sur xoo parties.	Ft'cule.	Gluten.
Kiz de Caroline, scion Vogcl. . . . .	85,07	0,60
Riz de Piémont, <i>id</i> ..,»••• /1....	83,80	5,60
Maï's, scion Biz io, . . . . iuu)*< . ^ -t....	80,92	0, (1)
Pois, selon Eiuhoff, . . . . .vs....	32,95	14,58 (2)
Fève, <i>id.</i> . . . . .	34»0	10,70
Haricot, <i>id.</i> . . . . .	46>° -	22,°
Leuille, <i>id.</i> . . . . .*	32,0	36,0
Sarrasin, scion Zenneck, . . . . .	52,29	10,47

Au reste, ces quantités sont bien loin d'être fixes, éliennent beaucoup à la nourriture que la plante a reçuc. En cffel, M. Hermbstaedt (3j a déterminé par Texpéricucc rinduence des diyer\* engrais sur la quantité proportionnelic-d'amidon ct ie gluten que renferme le grain de froment, comme suit. Sur 100:

	Gluten.	Amidon.
Le froment engraisc* avecurined'homme a fourni	35,10	39,30
— sang de boeuf, —	34,24	4 <sup>1</sup> >30
— fumicrd'hominc, —	33, i^	4*»44
— — dechèvre, —	3?,88	4 <sup>2</sup> »43
— — dc'cheral, —	^3,68	61,64
— — de pigeon, —	12^20	63,18
— ""—' de vache, — "	41,95	62,34
— terre de détritns, —	9,60	65,94
— sol non fumé, —	9,20	• 66,69

D'ou Ton voit, i° que làraidon parait en général diminuer quaud le gluten augmente., ct réciproquement; i° que la quan-

(1) Ee gluten y est remplacé par 5,75 d'une matière Irès-analogue, que Tittteur nomme *ziine*. Vauqucliii n'y a trouvé que des traces de gluten à plinc perceptibles.

(2) Cctte mature yégéto - aniraalc est peut-^tré p'lo'tôt de la glulinc, ainsi que dans les suivantes, car auéune, lorsquV'lle ett ptife, n'est susceptible de faire du pain.

(3) Bull, des scienc. agricol, 7, p. 162.

tilé du gluten est général en tant qu'il est plus grande dans les terrains qui contiennent plus de matière azotée.

Le gluten se détruit en partie dans l'acte de la germination. Ainsi, M. Proust en a trouvé 5/100 dans la farine d'orge non germée, et 1/100 seulement dans celle qui avait germé.

Le gluten paraît avoir besoin de plus de chaleur, pour se développer, que l'amidon. Au moins Davy en a trouvé davantage dans la farine des fromens des pays méridionaux, quoique dans ceux des pays septentrionaux; mais comme on ignore s'il a opéré sur des variétés semblables, ou ne peut rien conclure d'affirmatif d'après ce fait isolé.

La matière gligineuse manque dans toutes les farines tirées des racines, des tiges ou de la plupart des graines. On en retrouve des traces dans le parenchyme vert des feuilles. Le gluten a été indiqué dans les feuilles de chou, de scum, de cresson, de ciguë, de bourrache, de safran, de pastel, etc.; dans les pétales de la rose, dans les baies du sureau, du raisin, etc.; dans les glands, les châtaignes, les marrons d'Inde, les pois, les fèves, etc.

Hermstädt (1) a trouvé que la matière glutineuse des diverses céréales n'est pas entièrement identique, et propose de les nommer *triticine*, *secaline*, *hordeine* (nom qui indique une matière fort différente de Thordine de Proust), et *avenaine*; cette dernière en particulier diffère beaucoup de toutes les autres. Cette division n'a pas été admise, soit parce qu'il y a à craindre que ces différences soient dues à quelque mélange, soit parce qu'on serait obligé de séparer outre mesure les produits des êtres organisés, si on voulait tenir compte des moindres nuances.

L'alcool sépare le gluten en deux parties ! Tune qu'il dissout, présente toutes les particularités propres au vrai gluten, et doit être gardé le nom (2): l'autre, qui n'est pas soluble dans l'alcool,

(1) *Annal d. Utndwirthsch.*, vol. XXII, p. 1; *Bull. sc. agric.*, t. 15, p. 217.

(2) Gay-Lussac, leçons, 31, p. 13.

peut être de l'albumine végétale ou de la glutine. L'acide acétique sépare aussi le gluten en deux parties, de sorte qu'il est douteux qu'il ne soit pas une matière composée.

b. *Glutine ou albumine végétale\**

La glutine a de si grands rapports avec l'albumine animale, que, quoiqu'elle ait été signalée par M. Rouelle comme distincte, elle a été confondue avec elle par la plupart des modernes : les travaux de Proust et de M. Soubeiran (1), tendent à l'en séparer. D'après ce dernier, la glutine ou albumine végétale est incolore, de la même densité que l'eau; lorsqu'elle est en dissolution, la liqueur se trouble & se coagule entre 50 et 60°, et la matière se sépare complètement entre 60 et 70°. L'eau ne la dissout point quand elle est coagulée. L'alcool ne la dissout point, et la précipite de ses dissolutions; l'ammoniac la dissout mal; les alcalis fixes la dissolvent et l'altèrent. Elle se combine aux acides et aux matières colorantes : peut-être ne la connaît-on pas à l'état de pureté. Cette matière a été indiquée par les chimistes dans les sucs de beaucoup de plantes, et dans presque tous leurs organes, savoir : dans les grains du *delphinium staphisagria*, du pois, de la fève, de l'amande douce, du café, de l'avoine, des basses, du *croton tiglium*, du *jatropha curcas*, du châtaignier, de maïs, de riz, d'avoine, dans le gluten des céréales, etc.; et dans les racines d'*aconitum napellus*, d'*aconitum lycoctonum*, de *polygala senega*, d'*althaea officinalis*, de *hryonia dioica*, de *menyanthes trifoliata*, de *spigelia marylandica*, de l'ail, des *convolvulus arvensis* et *sepium*, de la pomme de terre, d'*aristolochia serpentaria*, d'*asarum*, d'*asperula officinalis*, etc.; dans la bulbe de l'ail cultivé, dans les fleurs d'orange et la pulpe de son fruit, les fleurs du *genista tinctoria*, du *rosa gallica*, du *carthamus tinctorius* & *arnica montana*; dans l'écorce de *cannella alba*, de *rhamnus frangula*; dans le stigmate du safran; dans les feuilles du séné,

---

(1) Journ. de pharm., 1828, p. 397.

de la ciguë , de stramoine, de tabac, de *mercurialis* ; dans les sucs lacteux de la laitue vireuse, de *Vhe.veà guianensis*, du *jatropha c ureas* ; dans les agarics chenus , le *Jucus vesiculosus*, etc.

c. *Pollénine.*

John (i) a donné le nom de pollénine à une matière qu'il a observée dans les pollens de pin et de sapin, et dans le lycopode. Elle a, selon lui, des rapports avec le gluten et l'albumine, notamment parce qu'elle rammoniaque qu'elle dégage annonce qu'elle contient de l'azote. Elle est jaune, insipide, inodore, inaltérable à l'air, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, les huiles grasses volatiles; elle se dissout dans les lessives alcalines et brûle comme la poudre de lycopode. Bucholz (2) avait déjà observé cette matière dans le pollen du sapin. Fourcroy et Vauquelin (3) indiquent aussi une substance, azotée dans le pollen du dattier. Gotthuss (4) la désigna sous le nom d'albumine dans le pollen de tulipe. M. Braconnot (5) l'a retrouvée dans le pollen du *typha latifolia*; mais il observe, 1<sup>o</sup> qu'elle est moins azotée que dans les exemples cités, et pour ainsi dire imputrescible; 2<sup>o</sup> que la matière jaune en est séparable. M. Martens (6), qui a analysé le pollen de cèdre par l'oxyde de cuivre, n'y trouve point d'azote, mais seulement 40,0 de carbone, 48,3 d'oxygène, et 11,7 d'hydrogène, ce qui pourrait faire craindre que l'azote qu'on a cru reconnaître dans d'autres cas fût, ainsi que M. Raspail (7) le soupçonne par d'autres considérations, très-drauger à la nature réelle de ces corps. Il suit, au reste, de jeter les yeux

---

(1) *Chem. research.*, vol. 4<sup>e</sup> cité par Thompson, syst. 4, p. 116.

(2) Cité dans *Ann. d'obs.*, 5, p. 389.

(3) *Ann. du mus. d'hist. nat.*, 1, p. 47.

(4) *Schweigg., Jouru.*, XI, p. 281.

(5) *Ann. de phys. et chim.*, XLII, p. 104.

(6) *Bibl. univ.*, 1830, Janvier, f. 45.

(7) *Ann. sc. d'observat.*, 3, p. 443.

sur les analyses des pollens, pour voir que cet organe n'est pas moins compliqué sous le rapport chimique que sous le point de vue organographique. Ce n'est donc qu'avec doute qu'on peut admettre la pollénine parmi les matériaux, et spécialement parmi les matériaux azotés des végétaux.

La poudre de lycopode, citée par les auteurs comme contenant de la pollénine, n'a offert à M. Macaire que 50,0 de carbone, 39,2 d'oxygène, 8,6 d'hydrogène, et 0, azote. Peut-être a-t-on analysé sous ce nom le pollen de typha, qu'on confond souvent avec le vrai lycopode dans le commerce.

#### d. *Berberine.*

MM. Buchner et Herberger (1) ont récemment extrait de la racine de *Tropin-vincte* une matière azotée, qu'ils ont nommée berbérine, mais que je place ici avec doute, vu que les extraits de leur mémoire qui sont venus à ma connaissance ne disent pas si elle est neutre ou alcaline. On en trouve 0,18 dans la racine de berbérine. Elle est d'un rouge brun, très-amère, décomposable par la chaleur à 60° R., soluble dans l'eau et l'alcool, mais non dans l'éther. Quand on verse dans sa dissolution concentrée une goutte de ferrocyanure de potassium, elle forme un coagulum composé d'un disque jaune et friable, entouré d'une bande blanche, qui disparaît quelques secondes après. {Voyez sa com. p. au tabl.)

#### c. *Asparagine.*

L'asparagine a été trouvée dans le suc de *Tasperge* par MM. Yauquelin et Robiquet, et a dès-lors été particulièrement étudiée par MM. Henry et Plisson (2). C'est une matière solide, incolore, inodore, qui craque sous la dent. Elle a une saveur fraîche; elle cristallise en prisme hexaèdre droit rhomboidal, et en octaèdre rectangulaire, Elle est peu soluble dans l'eau,

(1) Journ. de pharm., XVII, p. 5g.

(2) Journ. pharm., 1850, p. 211.

inalterable à l'air et à la plupart des réactifs ; ne se modifie ni par l'iode, ni par le brome, ni par le chlorc; n'agit point sur le sirop de violette, mais rougit le tournesol. Elle est insoluble dans l'alcool, les huiles, l'acide sulfurique, mais soluble dans les alcalis concentrés. Mise en contact avec l'hydrate de plomb, elle donne naissance à un sel insoluble (1). Par la chaleur et l'acide nitrique, elle dégage de l'ammoniacque : ce fait, et mieux encore l'analyse de MM. Plisson et Henry, ont démontré qu'elle contient de l'azote.

Dans l'asperge, cette matière n'est pas celle qui détermine la fétidité\* que cet aliment donne aux urines; cette propriété tient à l'extrait aqueux. L'asparagine a été\* retrouvée par Link dans les ornithogales ; par Vauquelin (2), dans quarante-sept variétés de pommes de terre. Il paraît que la matière d'abord décrite sous le nom *d'age'ddile* (3) n'est autre que l'asparagine, qui par conséquent se retrouve dans les racines de réglisse. La matière décrite sous le nom & *alike ine* (4), paraît encore identique avec celle-ci, et se trouve dans les racines de guimauve et de consoude\*

#### f. *Amygdaline.*

L'amygdaline est, selon MM. Robiquet et Boutron, une matière cristalline; blanche, inodore, inalterable au contact de l'air, d'une saveur amère, très-soluble dans l'alcool, cristallisant par refroidissement en aiguilles rayonnantes, dégageant une odeur ammoniacale quand on la chauffe avec de la potasse caustique, et contenant en effet un peu d'azote. C'est elle qui paraît donner sa saveur à l'amande amère ; car ni l'acide benzoïque ni l'huile volatile d'amandes amères ne préexistent dans le fruit. Il est probable qu'elle se retrouve dans plusieurs autres

(1) Plisson, Journ. pharm., 1829, p. 268.

(2) Journ. pharm., 1817, p. 4 & 1.

(3) Plisson, Journ. pharm., 1828, p. 179.

(4) Bacon, Journ. chim. m<sup>d</sup>., II, p. 551.

amygdalées qui ont une saveur analogue. M. Bizio dit qu'on en trouve n,4 dans l'amande d'Amérique ; mais qu'est-ce que Tamanded'Amérique? Serait-ce le ber'hollotia qu'on aueura analysé? Serait-ce le fruit du *terminalis catappa*, qui est fréquemment cultivé aux Antilles, et dont on se sert à table comme chez nous des amandes?

g. *itméline*.

MM. Pelletier et Dumas (1) désignent sous ce nom le principe éme\*tique de l'ipécacuanha (*cephaelis*), Il est blanc, pulvérulent, inaltérable à l'air, peu soluble à l'eau froide, plus soluble à l'eau bouillante, très-soluble à l'alcool, insoluble dans l'éther et les huiles; ne forme point de sel avec les acides, et est sensiblement azoté\*. [Voyez le tabl. 5.) Il est en beaucoup plus grande proportion (=16: 1) dans l'écorce que dans l'extrait ligneux de la racine du *cephaelis ernetica*. On le retrouve à moindre dose dans les autres ipécacuanhas des rubiacées ; mais le principe éme\*tique des violettes, que M. Yauquelin (2) dit identique; avec celui-ci, ne serait-il point différent?

h. *Cafféine*.

La caféine de M. Robiquet est précipitée extraite de l'albumen de café sous la forme d'aiguilles blanches semblables à l'acide benzoïque. Ce n'est ni un acide ni un alcali: cette matière donne une très-grande quantité d'azote à l'analyse, et ne le cède sous ce rapport qu'à l'urée (3). Elle est facilement soluble à l'eau et à l'alcool, et très-difficilement dans l'éther.

Il serait curieux de savoir si une matière analogue existe dans l'albumen du *ruse us aculeatus*, qui, torréfié, donne une odeur si semblable au café\*.

(1) Journ. pharm., III, p. *ilfi*.

(2) Ann. de phys., XXXVIII, p. 157.

(3) Pelletier, Journ. pharm., 1826, p. 233.

i. *Narcotine.*

Cette substance a été trouvée dans l'opium. Elle s'y présente sous la forme d'aiguilles sericeuses, flexibles, fusibles dans 400 parties d'eau bouillante, dans l'alcool, l'éther et les huiles, mais à peine soluble dans l'eau froide. Elle passe au jaune par l'acide nitrique, et n'a ni saveur ni odeur. Malgré le nom qu'elle a reçu, il est très-douteux qu'elle soit narcotique. (Voyez le tableau.)

k. *Gentianin.*%,

La genianine ou le gentianin est le principe amer de la racine des gentianes, observé par MM. Henry et Caventou. Il est jaune, cristallisable, soluble dans l'éther /l'alcool et les alcalis, peu soluble dans l'eau froide, très-amer, inodore, ni acide, ni alcali, et donne des matières azotées à sa décomposition. Il paraît se retrouver dans le mélianthus, le spigelia, et probablement dans toutes les gentianées.

1. *Plumbagin.*

Le plumbagin, que M. Dulong d'Astafort (1) a retiré de la racine du *plumbago europaea* par son infusion dans l'éther sulfurique, est une matière neutre, analogue au gentianin, qui cristallise facilement en pyramides aciculaires; produit sur la langue une saveur âcre et brûlante; se dissout dans l'eau, où il prend une couleur d'un rouge cerise par les alcalis, le perchlorure de fer, etc.

in. *Amanitine.*

L'amanitine est, selon M. Leclercq (2), la matière vénéneuse des agarics de la section des amanites. Elle est très-soluble dans l'eau, qu'elle saisit aux corps qui Tentourent. Elle n'a ni odeur ni saveur; elle n'est affaiblie ni par la dessiccation ni par la tern-

(1) Journ. pharm., 1828, p. 455, 44<sup>1</sup> et 454\*

(2) Journ. de pharm., 1830, p. 117.

pe'rature de l'eau bouillante; elle n'est précipitée ni par les alcalis, ni par les acides, ni par la fusion de noix de galie, ni par les acetates de plomb. Son mode d'action paraît analogue à Topium.

n. *Fungine.*

Les champignons sont de tous les végétaux ceux qui se rapprochent le plus, sous le point de vue chimique, de la matière animale. La base de leur tissu fibreux, qui correspond à la lignine des autres végétaux, a reçu le nom de fungine ou fongine. C'est une substance blanche, molle, insipide, un peu élastique, inflammable, qui est le résidu du champignon, après qu'on a enlevé les parties solubles. Décomposée par le feu, elle donne les produits des matières animales, l'acide nitrique en l'évaporation du gaz azote, et la convertit en une matière analogue au suif, et en une autre analogue à la cire, etc.\* On trouve avec elle, entre autres produits spéciaux, les acides boléique et futigique. On n'a point encore la composition élémentaire de ces divers produits.

fi. *Matières communes aux deux règnes organiques,*

a. *Osmazome.*

Cette matière, fréquente dans le règne animal, et qui donne au bouillon de viande sa saveur et son parfum, a été retrouvée par Vauquelin dans plusieurs champignons charnus : les uns salubres, comme *Vagaricus campestris*; les autres vénéneux, comme *Yagaricus pseudo-aurantiacus*. Elle a été retrouvée aussi dans les rhizomes de plusieurs aromates, telles que le gingembre (i) et le galanga; dans les fleurs du genêt des teinturiers (s), et peut-être dans les matières sécrétées dans les bractées du houblon femelle (3). Elle donne de l'ammoniaque par la distillation.

(i) Morin, Journ. pharm.; X, p. 25a; IX, p. P.58.

(a) Cadet-Gassicourt, Journ. pharm.; X, p. 43/].

(5) Payen et Chevallier, Journ. clin. méd., II, p. 577.

tion, et mise sur les charbons rouges, répand une odeur animale.

**b. Adipocire.**

**1**

Cette substance grasse, onctueuse, soide, blanche, inflammable, qui, mise sur des charbons, répand une odeur animale, qui est dissoluble à l'alcool chaud, et cristallise par le refroidissement, est très-abondante dans le règne animal, et se retrouve aussi dans les champignons charnus, notamment dans l'agaric poivre\*, qui est Yene'neuc, et dans le champignon de couche, qui est salubre.

**c. Gelatine.**

La gelatine végétale, qu'il ne faut pas confondre avec la gélatine, est une matière qui a beaucoup de rapport avec le gluten et la ghuine, et qui contient environ 17/100 d'azote. Vauquelin avait cru la trouver dans la pulpe du tamarin; mais il paraît que c'est de la gélatine qui y existe. Fourcroy a dit avoir trouvé dans le pollen du dactyle. MM. Marcet et Macaire (1) l'ont trouvée dans le *protococcus nivalis*, cette production singulière, qui colore en rouge la neige du pôle et civile des Alpes. Us paraissent disposés, d'après ce fait curieux, à rapporter le protococcus au règne animal, bien qu'ils ont trouvé aussi la gélatine dans *Yoscella Utria rubescens* (2), qui rougit le lac de Morat. Cette preuve solide ne me paraît pas suffisante; car nous voyons que d'autres matières animales se rencontrent dans des végétaux très-bien caractérisés.

**d. Fib Hue.**

La fibrine animale est une matière qui fait la base des muscles et du caillot du sang, et qui contient près de 20 pour 100 de son poids d'azote. Vauquelin la retrouva dans le suc de papayer. Ce suc se dissout en grande partie dans l'eau; mais il reste une

(1) Mém. de la Soc. de pliys. de Geneve, 4> p. 185.

(2) *Ibid.*

substance insoluble d'un aspect grisâtre, qui, jetée à l'air sur des charbons, répand une odeur animale. La fibrine du papayer est, dit-on, absolument semblable à celle du sang sous le rapport chimique, et parmi les matières végétales ressemble surtout au gluten. Elle est insoluble dans l'eau, l'alcool et les alcalis; étendue dans l'eau, se dissout dans les acides, dégage de l'azote avec le gaz nitrique et de l'ammoniaque à la distillation.

### §. 5. Matières alcalines.

On sait que les chimistes désignent sous le nom d'*alcalines* les matières qui sont susceptibles de former des sels avec les acides et de verdifier les couleurs bleues végétales; mais des corps de compositions fort diverses rentrent sous cette définition, savoir : 1° les alcalis terreux, comme la potasse, la soude, la chaux, qui ont une base métalloïde d'oxygène; 2° l'alcali volatil, qui est composé, selon les uns, d'après la théorie ou l'analogie, d'un nitro-métalloïde inconnu qu'on nomme *ammonium*, mais plutôt, selon les autres, d'après l'analyse, d'azote (81,5), et d'hydrogène (18,5); 3° les alcaloïdes ou alcalis h qu'on qualifie de minéraux, c'est-à-dire, composés d'azote, d'hydrogène, d'oxygène et de carbone. Ici nous parlerons de ceux de la première classe en nous occupant des matières minérales adventives, et nous nous bornerons ici aux deux dernières classes-

#### A. Alcali volatil.

L'ammoniaque, qui seule forme cette classe, est très-commun dans le règne animal; elle se présente souvent, mais en petite quantité, dans le règne végétal.

1°. On assure qu'elle existe libre dans le suc de\*

feuilles de pastel, dans l'écorce du *zanthoxylum clavaliereulis*, dans le *fucus vesiculosus*.

2°. On la trouve diversement combinée dans la racine d'ellébore noir, de nymphaea, les feuilles d'aconit napel, l'écorce du *cuscuta febrifuga*, du simarouba, les fruits de l'areca-bétel, etc.; à l'état de carbonate d'ammoniac dans *lejusticia purpurea*; à celui de nitrate dans l'extrait de jusquiame et l'eau distillée de laitue (1), etc.

3°. Elle se développe dans la composition spontanée ou artificielle de presque toutes les matières azotées du règne végétal, et ce développement est l'indice le plus ordinaire de la présence de l'azote. Comme il paraît que (2) l'ammoniac se forme au contact de l'eau et de l'azote, toutes les fois que l'hydrogène naissant et l'azote se rencontrent, on croit que ce concours doit avoir lieu inévitablement dans les décompositions organiques. Mais il pourrait se faire que dans quelques-uns des cas cités ci-dessus, l'azote existant dans les végétaux, elle se fût réellement formée à leur décomposition.

#### R. Alcaloïdes.

Les alcalis à quatre bases (3) ou alcaloïdes sont connus depuis plusieurs siècles dans les végétaux, et paraissent jouer un rôle très-important dans l'histoire de leurs propriétés. On en cite aujourd'hui vingt-quatre, dont

(1) Journ. pharm., 1830, p. 588.

(2) Collège de pharmacologie, Journ. chim. méd., 5, p. 515.

(3) Consultez à leur sujet Clément et Gay-Lussac, Leçons de chimie, vol. 2; Fée, Cours d'hist. nat. pharm. aux articles cités; Donnay, Journ. de pharm., 1830, p. 574 etc.

liuit & dtx sculeinens sont connus d'une manure un peu complete, et ont ete analyses, quant à leur composition t'tementaire. (Foy. le tableau) Outre les trois principes communs h tous [le\* vegetaux, ik! presentent une quantity d'azote qui va de 4 & 9 pour ipo; ils sont neutralisés par l'acide sulfurique; les extrêmes des doses n^cessaires vont de 5 & 15 pour 100. Cel azote, qui se retrouve aussi dans l'ammoniaque, parait propre à l'alcalinité organique. Presque tous sont susceptibles de cristalliser; un petit nombre, tels que la delphine, la violine, la solanine et la V(5ratrine, se presentent pour une forme pulvérulente. Leur solubility dans l'eau froide ou chaude, dans l'ether ou les acides, offre de grandes diversity : ils sont tous, sauf peut-être la daturine et Tatropine, solubles dans l'alcool, même h froid; ils sont, comme les r^sines, d'après M. Peschier (1), solubles dans les solutions alcalines, les huiles grasses ou volatiles, ce qui les rapproche des re\*-sines; mais ils en sont bien distingués par leur propriéte de faire des sels avec les acides : ces sels sont tr&s-divers entre eux; leur saveur est acre ou amere, et leurs propriétés variables, mais toujours actives. Les alcaloïdes se presentent dans les analyses tantôt à l'état alcalin, tantôt à celui de malate, de gallate ou de méconate; on les trouve dans tous les organes des plantes, excepté peut-être dans le corps ligneux.

Les alcaloïdes se présentent sous quatre divisions quant à leur cristallisation, savoir, d'après M. Donne (2), 1° en cristaux prismatiques, tels que la morphine, la strychnine;

---

(1) *Mém. sur phys. de Genève*, 4, p. 250.

(2) *Journ. pharm.*, 1830, j>. 5;4.

2° en aiguilles arborisées tels que la cinchonine; 5° en lames radices, tels que la brucine; et 4° incristallisables, tels que la quinine.

Considère dans leurs rapports avec l'iode, ils peuvent se colorer en brun-rouge (narcotine, delphine, émétine), en jaune rougeâtre (morphine), en jaune terne (cinchonine, véatrine, quinine, brucine), en jaune (strychnine), et en blanc (picrotoxine).

Considère enfin dans leurs rapports avec le brome, ils peuvent se colorer en jaune orange\* (morphine, cinchonine, narcotine), en jaune pâle (véatrine, quinine, strychnine pure), en jaune verdâtre (delphine, émétine), en brun-noir (brucine), et en blanc (picrotoxine).

Nous allons maintenant faire l'énumération des alcaloïdes connus, en suivant l'ordre des familles qui les fournissent.

a. *Delphine* (laian, des renonculacées).

La delphine a été découverte par MM. Jassaiguc et Yenneulle (1), dans les grains du *delphinium staphisagria*. Elle est à l'état d'inné. Cet alcaloïde est pour sa saturation 0,1\*29 O'acide sulfurique sur 100. Il est presque insoluble à l'eau, soit froid, soit bouillant, très-soluble dans l'alcool et l'éther; il se liquéfie à la chaleur; sa saveur est amère, âcre, nauséabonde. L'iode le colore en brun rouge, elle brome en jaune\* verdâtre. Il se cristallise que sous forme pulvérulent; sa composition élémentaire est inconnue.

b. *Aconitine* (fain, des renonculacées).

L'aconitine a été (rouvé, par Pallas, dans *Yaconitum lycolum* (a); elle cristallise en aiguilles jaunâtres, est soluble dans

(1) Ann. chim., 12, p. 558.

(2) Journ. chim. mod., 1. p. 19^

Teau froide, peu soluble dans l'alcool chaud ; sa saveur est très-amère; ses autres caractères sont inconnus.

c. *Picrotoxine* (fam. des ménispermées).

La picrotoxine a été découverte, par M. Boullay, dans la coque du levant (1); elle cristallise en prismes quadrangulaires: elle est soluble dans l'alcool, dans l'éther et dans 25 fois son poids d'eau. Elle est insoluble dans les huiles; sa saveur est très-amère; le brome et l'iode ne la colorent pas.

d. *Morphine* (fam. des papavéracées).

La morphine, découverte par M. Serluerner (2) dans l'opium, soit le suc laiteux concrète du *papaver somniferum*, s'y trouve à l'état de méconate et de sulfate. Elle cristallise en aiguilles ou en prismes à 4 pans tronqués obliquement: elle exige, sur 100 parties 12,65 d'acide sulfurique pour sa neutralisation; elle est peu soluble dans l'eau, soit froide, soit chaude, mais très-soluble dans l'alcool: elle se fond à la chaleur. L'acide nitrique la décompose et la colore en rouge; le brome en jaune rougeâtre, et l'iode en jaune orange<sup>1</sup>. La morphine, et surtout la plupart de ses sels, sont très-déliquescentes. Pour sa composition voyez le tableau.

e. *Sanguinarine* (fam. des papavéracées).

La sanguinarine a été extraite par M. Dana (3), du suc laiteux coloré en rouge, qui se trouve dans le rhizome du *sanguinaria canadensis*; elle est très-reconnaissable en ce que tous les gels qu'elle forme ont une teinte rouge plus ou moins prononcée, et il paraît que c'est elle qui, à l'état salin, colore le suc laiteux de la sanguinaire. Elle est peu soluble à l'eau, davantage à l'éther, plus encore à l'alcool. Sa couleur est d'abord blanche, puis à l'air elle devient jaune et rousse; sa saveur est

(1) Journ. pharm. 4\* p- 367.

(2) *Ann. der physik.*, 5, p. 56.

(3) *Ann. of lye. New-York*, 2, p. 50.

Acre, lente à se développer, mais tenacc. On ne Ta pas trouvée cristallisée, mais en grains. Sa composition n'est pas connue.

f. *Corydaline* (fam. des fumarincés).

La corydaline a été découverte par M. Wackenroder (1), et retrouvée par M. Peschier (2), dans le rhizome des racines du *corydalis tuberosa*; elle cristallise en houppes, en écailles ou mi cristaux rhomboïdaux à 4 faces inégales; elle est peu soluble à l'eau; mais bien soluble dans l'alcool. Elle se fond et devient verdâtre au feu. Elle se dissout dans les acides, avec lesquels elle forme des combinaisons très-amères et devient jaune, puis rouge, par l'acide nitrique. Sa composition est inconnue. Le rhizome sec en contient 17,78.

g. *Violine* (fam. des violacées).

La violine a été trouvée par M. Boullay (3); elle se trouve dans la racine du *viola f. do rat a*; elle n'a été obtenue que sous forme pulvérulente; elle est à peine soluble dans l'eau, et attire cependant l'humidité de l'air; elle est soluble dans l'alcool. Sa saveur est acre, nauséabonde, délicate.

h. *Esculine* (fam. des Hippocastanées).

L'esculine est un alcali trouvé par M. C. J. B. Bieri (4) dans la graine (et non dans le fruit) du marronnier d'Inde; elle se présente en masse amorphe, fauve, d'une saveur douceâtre, puis piquante, soluble dans l'alcool et l'éther; elle se fond au feu; elle gonfle et brûle avec une flamme analogue à celle de Thuilr. A l'état de sulfate, elle cristallise en aiguilles soyeuses et se dissout dans l'eau d'amiant. Sa composition est inconnue.

(1) *Kastners' archiv.* 8, p. 475 *Férus. Bull. sc. chim.*, m, p. 169.

(2) *Mém. soc. hist. nat. de Genève*, 4, p. 47.

(3) D'après Fée, *Cours d'hist. nat. pharm.*, i, p. 47.

(4) *Férus.*, *Bull. sc. chim.* 1824, p. 125.

i. *Guaranin* (fam. des sapindacées).

Le guaranin a été trouvé par M. Martius (1) dans le guarana, fruit du *paullinia somilis*, en le traitant par Talcool chaud. Il se sublime en cristaux blancs ; il a une odeur pénétrante qui s'est chauffée ; il se dissout dans l'alcool plus difficilement que dans l'eau ; ses solutions sont amères, et verdissent la teinture alcoolique de roses, et bleussent un peu le papier rougi au tournesol ; ce qui m'a engagé à le placer ici, quoiqu'il sa composition fût inconnue.

k. *Brucine* (fam. des tétraminthacées).

La brucine a été extraite à l'état d'hydrate de la corce du *brucea antidyscnlerica*, par MM. Pelletier et Caventou (2). Elle exige 6,697 d'acide sulfurique sur 100 pour sa neutralisation ; elle cristallise en feuillets nacrés ou en prismes obliques à bases de parallélogrammes. Elle est soluble seulement dans 800 parties d'eau, soit froide, soit bouillante ; elle est soluble à l'alcool, insoluble à l'éther. Au feu elle perd son contact et se décompose ; l'acide nitrique la colore en rouge, l'iode en jaune foncé, le brome en brun noir. Sa qualité est délicate. Voyez pour sa composition le tableau.

1. *Coniine* (fam. des ombellifères).

La coniine ou cicutine de M. Brandes (3) est à peine connue, M. Brandes l'a retirée de l'herbe du *conium maculatum* (4) ; elle est insoluble à l'eau, d'une couleur verte foncée, (a une odeur viciieuse et nauséabonde ; son odeur est très-rebutante et telle que celle de la plante fraîche n'est rien auprès ; cette odeur disparaît quand on la combine avec les acides ; elle produit même à très-faible dose une forte dilatation dans la pupille. Sa composition élémentaire est inconnue.

(1) Bull. sc. chim., 10, p. 170.

(2) Journ. pharm., 1810, p. 57.

(5) Küss., Bull. sc. chim., 4, p. 7.

(4) D'après Fée, Hist. nat. pharm., 9, p. 205.

in. *Quinwe*<sup>o</sup> (fam. des rubiacées).

MM. Pelletier et Cavenlou (i) ont rendu un service éminent à l'humanité, en retirant la quinine de l'écorce des vrais cinchona, et sur tout du *C. jubescens*. Cet alcaloïde exige 10,914 d'acide sulfurique sur 100 parties pour sa neutralisation. On ne l'a point encore obtenu cristallisé. Il est insoluble à l'eau froide et dans l'eau chaude, soluble dans l'alcool; il se fond et se décompose à la chaleur, et forme des sels neutres avec tous les acides. L'iode le colore en jaune terne, le brome en jaune pâle. Voyez sa composition au tableau.

#### 11. *Cinchonine* (fam. des rubiacées).

La cinchonine a été extraite des écorces des vrais cinchona, et surtout du *C. condaminca* par MM. Gomez, Pelletier et Cavenlou (a); elle exige 13,021 d'acide sulfurique sur 100 pour sa neutralisation; elle cristallise en aiguilles arborescentes; elle est insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'alcool et dans 2500 parties d'eau bouillante, forme des sels neutres avec tous les acides; elle se fond pas, mais se sublime à la chaleur\*. Sa saveur est amère styptique. L'iode la colore en jaune terne, et le brome en jaune orangé. Voyez sa composition au tableau.

Je n'insère pas ici l'*Wquinoidine* de Sertuerner (3), parce que MM. Henry fils et Delondre (4), ont rendu très-vraisemblable qu'elle n'est qu'une modification de la quinine et de la cinchonine, réunies et rendues incristallisables par une matière particulière.

#### o. *Strychnine* (fam. des strychnées).

A été retirée des graines de *Yignatia amara* > des *strychnos*

---

(1) Journ. pharm., 3, p. 89.

(2) Journ. pharm., 7, p.

(5) Journ. pharm., 1850, p. 46.

(4) *Ibid.*, p. 150.

*nux vomica*, *coluhrina* et *tieuli* par MM. Pelletier et Caventou (1); elle exige 10,486 d'acide sulfurique sur 100 pour sa neutralisation. Elle cristallise en prismes microscopiques à 4 pans terminés en pyramides; elle est soluble dans 6000 parties d'eau froide, et 2500 d'eau chaude; elle est beaucoup moins délétère que la brucine, avec laquelle on l'a quelquefois confondue. L'iode la colore en jaune, et le brome en jaune pâle lorsqu'elle est bien pure. Voyez sa composition au tableau.

p. *Strychnochrome.*

La strychnochrome a été trouvée par MM. Pelletier et Caventou (2), dans le suc de l'upas tieuti; sa propriété la plus singulière est de prendre, par l'action de l'acide nitrique concentré une couleur verte très-intense, qui disparaît par l'eau, par les alcalis et les corps désoxygénants. Elle est d'un brun rougeâtre; elle se dissout dans l'alcool et peu dans l'éther et les huiles volatiles. Elle paraît se retrouver dans les fongosiles de l'écorce de fausse angusture, où on trouve avec la brucine; appartient-elle à cette série, ou à celles des matières résineuses?

q. *So la nine.* (Fain, des solanées.)

La famille des solanées a fourni à elle seule quatre alcaloïdes considérés comme distincts, mais qui ne sont pas encore assez connus. La solanine a été trouvée à l'état de matière par M. Desfossés (5) dans la tige du *solanum dulcamara* et les baies du *A. nigrum*. Elle se présente sous forme pulvérulente, opaque, insoluble à l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, les acides. Elle forme des sels neutres incristallisables, et se décompose au feu sans se fondre. Elle est vomitive. (Compos, inconnue.)

(1) Journ. pharm., 1830, 5, p. 145.

(2) Ann. de phys. et chim., 1824, p. 44; Bull. de l'Académie des sciences, 3, p. 333.

(3) Journ. pharm., 6, p. 374; 7, p. 444.

r. *Xicoline* {*Jet.*).

La nicotine de Hennstadt n'est, selon MM. Posselt et Rötman, quo de même essentielle de tabac devenue concrète à la température ordinaire; mais la nicotine (i) qu'ils en ont obtenue est claire, liquide à 6° cent., d'une odeur piquante, surtout quand la température est élevée, d'une saveur âcre et persistante. Elle graisse le papier, est plus pesante que l'eau, se volatilise à l'air, bout à 246° cent., se dissout dans l'eau à toute proportion, et sa solution manifeste une réaction alcaline. Par l'éther on peut l'enlever à l'eau; elle se dissout dans l'alcool, l'éther, l'huile d'amandes. Le sulfate de nicotine ne cristallise pas; le phosphate donne un sirop qui, évaporé, donne des cristaux analogues à la cholestérine\*. L'oxalate et le tartrate sont cristallins et solubles.

v *Atropine* (*Id.*).

A été observée par Brandes (i) dans l'herbe de *Yatropa belladonna*, Elle est cristallisable, insoluble dans l'eau et l'alcool chauds; elle forme des sels acides, cristallisables. La chaleur la décompose; sa saveur est nulle. Elle fait dilater la pupille, et c'est à sa présence que la belladone paraît avoir cette propriété.

I. *Hyosciamine* (*Id.*).

Aussi découverte par Brandes (5) dans la jusquiame, diffère peu des précédentes.

ii. *Daturine* (*Id.*),

Encore trouvée à l'état de malate acide par Brandes (4) dans

(1) *Geiger's magaz. pharm.*, 1828, p. 138; FeY. Bull. sc. chim., 12, p. 177.

(2) *Journ. pharm.*, 6, p. 548; Tilloy, *Journ. pharm.*, 1828, p. 658.

(3) *Hép. de Budmer*, 1821.

(4) *Ibid.*

les graines du *datura stramonium*; elle est cristallisable, presque insoluble dans l'eau et l'alcool froids, soluble dans l'alcool chaud ; forme des sels très-solubles.

v. *Daphnine* (fam. des JS thymelées).

La daphnine n'a été extraite par Vauquelin (1) de l'écorce de *daphne mezereum*. Elle cristallise en prismes brillants et fasciculés ; elle est très-soluble à l'alcool à froid et à chaud, se colore en jaune (Voyez avec la potasse, le carbonate de potasse ou de chaux. Sa saveur est âcre, persistante. Sa composition est inconnue ; elle pourrait bien appartenir à la classe des produits sur-hydrogénés.

w. *Rhubarbarine* (fam. des polygonées).

A été trouvée par M. Caventou (2) dans la racine de la rhubarbe de Chine. Elle est cristallisable, insoluble à l'eau froide, soluble à l'eau chaude, l'alcool et l'éther, de couleur jaune ; forme des sels insolubles ; sa saveur est douce et amère. Quelques chimistes modernes (3) la considèrent comme une combinaison de chaux avec quelque principe végétal. Elle paraît identique avec celui qu'on a nommé *caphopicroite* (4)\*

z. *Buxine* (fam. des euphorbiacées).

La buxine, découverte par M. Fauré (5), existe dans les parties du buis, mais surtout dans son écorce ; elle détermine l'amarume. C'est un alcaloïde qui verdit le sirop de violettes, et neutralise les acides en sels incristallisables dans l'eau

(1) Ann. chim., 86, p. 174.

(2) Journ. pharm., 1826; Henry, Bull. pharm., 6, p. 87.

(3) François Pelletier et Caventou, Journ. pharm., 16, p. 365.

(4) Bull. pharm., 6, p. 87; Féé, cours 2, p. 496.

(5) Journ. de pharm., 1830, p. 435.

et l'alcool. Elle est rougeâtre, et sa poudre rousse. Le charbon animal la blanchit difficilement. Sa saveur est amère sans âcreté\*, son odeur nulle. Elle est plus soluble dans l'eau bouillante que dans l'eau froide. Les alcalis, n'en dissolvent point, l'éther peu, l'alcool beaucoup. Dissoute dans l'eau, les alcalis la précipitent sous forme de gelée blanche. Cent parties dissoutes dans l'alcool exigent pour leur saturation 11 pour 1 d'acide sulfurique à 66°. Une once d'écorce de buis contient 405 grains de buxine; elle est à l'état de matière.

y. *Veratrine* (fam. des colchicacées).

La veratrine, aussi appelée *cibadilline* (1), a été trouvée par MM. Pelletier et Caventou dans les graines du *veratrum ciliatum*, dans les racines du *veratrum album* et les bulbes du *colchicum autumnale*, soit à l'état d'alcali, soit à l'état de gallate acide. Elle exige 6,646 d'acide sulfurique sur 100 parties pour sa neutralisation; elle est pulvérulente, insoluble dans l'eau froide, soluble dans 1,000 parties d'eau bouillante, très-soluble dans l'alcool, peu dans l'éther, elle neutralise les acides quand elle est en excès; elle est soluble dans les acides végétaux. L'iode la colore en jaune terné, et le brome en jaune pâle. Sa saveur est acre: elle est sternutatoire et vomitive. (Voyez sa composition, au Tableau.)

z. *Smilacine* (fam. des smilacées).

La smilacine ou la *parigline* a été extraite des racines du *Smilax salsaparilla* par MM. Folchi et Perotti (2). Elle cristallise en prismes aciculaires; elle est peu soluble dans l'eau et dans l'alcool. Ses autres caractéristiques sont peu connus.

A ces exemples généralement constatés, il faut ajouter l'*epipatorine*, que M. Righini (3) a tiré de Teupatoire; la *passijlo-*

(1) Ann. de chim. et phys., 141 P\* 69.

(a) Journ. de pharm., 1818, p. 673.

(3) D'après Fée, Cours d'hist. nat. pharm., 1, p. 304.

*vine*, que M. Liicord-Madiana (1) a tirée des racines de passiflores ; un alcaloïde spécial, que M. Pellelier a tiré\* d'une écorce inconnue du Pérou (2); nn que M. Peschier a reconnu dans *Je coriaria myrtijhlia* (5) ; un qui paraît constituer la matière amère de l'écorce de curare (4), etc.. mais qui ne sont pas encore assez-constatés pour oser les consigner ici.

§. 4- Matières surhydrogénées ou résinoïdes.

Les matières que je réunissous cette dénomination, diffèrent des matières précédentes soit parce qu'ils ne sont ni acides ni alcalins, soit parce qu'ils ne contiennent point d'azote dans leur composition intime: ils ont des rapports avec les matières résineuses et huileuses; et si je suivais ici une marche purement dictée par les lois de la chimie, toutes les résines et les huiles, ainsi que leurs éléments et leurs produits, devraient se placer ici. Mais j'ai dû, dans les articles 2 et 5 du chapitre précédent, exposer ce qui est relatif à ces généralités, et je dois me borner ici à énumérer un certain nombre de matières trouvées dans les végétaux, analogues pour la plupart aux résines, mais dont le rôle n'est pas assez connu pour oser les apprécier sous le rapport physiologique. Ces matières sont douées de saveur amère, de qualité fibrilleuse et de la propriété de cristalliser, d'où il est résulté que plusieurs ont été classées au premier moment sous la série des alcaloïdes; et il est vraisemblable que plusieurs

(1) *Jinn, of Lye. afXe\|v-York%* 1 , p. 128.

(i)-Ann. de phys. et chim., 4<sup>a</sup> » P\* <sup>^2,2t</sup>

(5) M&n. Soc. phys. de Genève, 4 » p« \*94-

(4) Pelietier et Petroz, Ann. chim., 4<sup>o</sup> » P\* <sup>2</sup> &-

des matières que j'ai laissées sous cette dénomination devront se ranger sous celle-ci lorsqu'elles seront mieux connues. Je ferai cette énumération d'après l'ordre des familles, comme dans l'article précédent.

a. *Polygaline* (fam. des polygalées).

La polygaline est une matière acre et non alcaline, que M. Dillon d'Astafort regarde comme le principe actif du polygala de Virginie. Il croit que la *sdnégine* de Gehlen est une résine (1).

b. *Hespéridine* (fam. des auranliatées).

L'hespéridine est une matière neutre, iodure, amère, analogue à l'olivine, qui cristallise en aiguilles affectant une forme mamelonnée, ou en poudre blanche, et que M. Lebrun (2) a retirée des oranges, et surtout des orangettes ou oranges avant leur maturité. Elle se trouve dans la partie blanche spongieuse de ce fruit. Il l'a déjà trouvée dans l'ovaire, mais non dans les pétales ni dans les (kamines. La matière que M. Windham (5) a retirée de Torange mûre, et qu'il nomme du même nom, pourrait bien être très-différente.

c. *Aurade* (*Id.*).

L'aurade est une matière grasse, analogue à la myricine et la céroïne, et remarquable, parce qu'elle est inaltérable par l'acide nitrique et par les alcalis caustiques. Elle est extraite par M. Plisson (4) de l'huile essentielle de fleurs d'orange dite neroli. Celle-ci semble plutôt par-là purifiée que décomposée. Elle est très-soluble dans l'acide sulfurique.

(1) Journ. pharm. , 1827, p. 56y; Bull. sc. chim., 9, p. 221.

(2) Journ. de pharm., 18<sup>18</sup>, p. 577 et 477\*

(5) *Ibid.*, 1830 , p. 709,

(jb) *Ibid.*, 18-29, p. 155.

d. *Zanthopicrite* (fam. des rutacées).

A M extraite de l'écorce de *Zanthoxylum caryocarpum*, par MM. Chevallier et Pelléan (1). Elle cristallise en aiguilles divergentes, brillantes, d'un jaune un peu verdâtre, soluble dans l'eau et l'alcool, mais n'altère pas l'humidité de l'air, insolubles dans l'éther, sans odeur, mais d'une saveur amère et styptique.

e. *Burserine* (fam. des légumineuses).

La burserine est une substance extraite par M. Bonastre (2) de la racine de *Hedwigia* et de plusieurs autres légumineuses. Elle est pulvérulente, d'un blanc jaunâtre, inodore, insipide, peu soluble dans l'alcool bouillant, dissoluble dans l'éther sulfurique, entièrement soluble dans l'eau.

f. *Quassine* (fam. des simarubacées).

La quassine (3) est une substance d'un jaune brunâtre, que M. Thompson a extraite de l'écorce de *Quassia amara*, et que M. Morin a retrouvée dans celle de *Simrouba*.

g. *Catharine* (fam. des légumineuses).

La catharine (4), que MM. Lassaigne et Feneulle ont tirée des feuilles et des follicules du séné, et qui se distingue par une saveur aigre et nauséabonde, possède le même principe qui se retrouve dans les parties herbacées de toutes les légumineuses plus ou moins puantes et purgatives, et qui, sous divers noms, a été signalé dans le cytise, l'innagyris, la corouille bigarée (5).

h. *Coumarine* (Id.).

La coumarine ou le coumarin, observé dans la fève tonka par

(1) Journ. chim. méd., 2, p. 314; f. e, cours, 1, p. 586.

(a) Journ. pharm., 1826, p. 494; 183c, p. 671.

(3) Thompson, Syst. chin. « 4 » P\* 58.

(4) Journ. pharm., 7, p. 548; 10, p. 58.

(5) Peschier, Mém. soc. Gcnév., ff, p. 79.

MM. Guibourt et fioullay (i) , est une matière blanche , durc , cristallisable en aiguilles carrées ou prismes courts , odorante, analogue aux huiles volatiles Exposée à une chaleur modérée , elle se fond en un liquide transparent, et devient opaque par le refroidissement. Elle est peu soluble à l'eau , soluble dans l'alcool, Téther, les huiles fixes et volatiles. Elle ne change pas les réactifs colorés.

i. *Glycyrrhizine (Id.)*.

Le sucre de réglisse (2) se forme en précipité par l'action de l'acide sulfurique sur l'infusion chaude de racine de réglisse. On l'obtient aussi de *Vabrus precatorius*. Il est un peu jaune, transparent, garde la saveur de la réglisse, est facilement soluble dans l'eau et l'alcool. La solution aqueuse se précipite par tous les acides. Ces précipités sont solubles à l'alcool et à l'eau bouillante : ceux-ci se prennent en gelée par le refroidissement. Ses combinaisons avec les oxides métalliques sont neutres; sa composition et son rôle physiologique sont inconnus. Je place ici cette matière à cause de son apparence résineuse.

k. *Caryophylline* (fam. des myrtacées).

La caryophylline (3) de M. Lodibert paraît analogue à la précédente, et appartenir ou à cette division , malgré son insipide, ou à celle des résines , malgré son aspect blanc satiné. Elle est rude au toucher, non phosphorescente, sans saveur ni odeur, sans action sur les réactifs colorés , soluble dans l'alcool bouillant et l'éther, mais non dans l'alcool froid. Elle cristallise en cristaux très-déliés. Elle a été retirée du girofle des Moluques. Elle appartient à la classe des sous-résines.

(1) Journ. pharm. , *T&* , p. 486.

(2) Virey , Journ. pharm. , 1848 , p. 150; Gay-Lussac , leçon 241 p. 4\*

(3) Journ. pharm. , 11 , p. 101 ; *ibid.* p. 510.

### 1. *Coloquintine* (famo. des cucurbitacées).

La coloquintice (i) de Yauquelin est une matière résinoïde , qui, quoique peu soluble dans l'eau , lui communique une amertume excessive; elle provient de la pulpe des fruits de coloquinte (*cucumis colocythis*). Il semblerait d'après l'analogie botanique , que l'élatine , retirée par Pallas (2) du *momordica elaterium*, et la hryonine (3), obtenue par Brandes et par Yauquelin de la racine de *bryonia dioica* pourraient être analogues ou identiques avec la coloquintine.

#### , iv. *itlatérine* (Id.).

Outre l'élatine qu'on retire du suc du *momordica elaterium* sous la forme d'une matière verte, M. Hennell (4) en a encore obtenu des cristaux qui forment 54/100 de l'élatine de Brandes. Ils sont solubles dans cinq fois leur poids d'alcool froid, et douze d'alcool chaud, et s'en déposent en fines aciculaires. Us sont peu solubles dans l'éther , presque insolubles dans l'eau et les acides dilués, fusibles à une chaleur de 120 à 160° R. Us brûlent dans l'atmosphère de l'esprit de vin, en laissant beaucoup de charbon. Us ne paraissent pas former de sels neutres avec les acides. Leur analyse par l'oxide de cuivre donne 17 de carbone, 18 d'oxygène et 11 d'hydrogène.

#### n. *Olivine* (fam. des oléinées).

L'olivine (5) , que M. Pelletier a retirée de la substance résinoïde de l'olivier, pourrait rentrer dans cette classe par la saveur d'abord amère , qui ensuite s'élève et est peu aromatisée. C'est une poudre blanche , qui, d'après sa décomposition, ne paraît pas contenir d'azote.

(1) Journ. pharm., 10 , p. 416.

(a) *London medic. Journ.*, 1820, juil.

(5) *Ffe. Cours*, 2, p. 161.

(4) *Journ. royal inst. Lond.*, 1831, p. 53a.

(5) *Journ. pharm.*, 9, p. 34a

o. *Jalapine* (fam. des convolvulacées).

La jalapine de Hume, quoiqu'on la dise insipide et très-analogue aux résines, pourrait bien faire partie de cette division. Elle est extraite des racines de jalap et paraît n'avoir pas été ascz étudiée (1); elle n'est, dit-on, qu'une la magnétique avec un peu d'acide phosphorique, de chaux, d'ammoniac et de matière organique (2).

p. *Digitaline* (fam. des persea).

La digitaline, dont la découverte est contestée entre Maf. Dulong d'Astafort (3) et Le Royer (4), est une matière fort amère, qui n'a point salifiable, mais analogue à la cathartine. Elle forme avec la noix de galle un précipité point ou très-peu soluble dans l'eau; elle est jaune-rougeâtre, se ramollit par la chaleur, attire un peu d'humidité de l'air; elle est très-soluble dans l'eau et l'alcool, insoluble dans l'éther sulfurique-, décomposée dans un tube de verre, elle a paru ne point contenir d'azote.

q. *Laurine* (fam. des lauricées).

La laurine de Bonastre, découverte dans les baies de *laurus nobilis*, se retrouve aussi dans celles du *persea*, selon Ricoid-Madiana (5), mais est encore peu connue.

r. *Pipérine* (fam. des pipéracées).

Serait-ce à cette division qu'on devrait rapporter la pipérine ou le pipérin de M. Pelletier (i), qui paraît être la partie active

(0) Feé, Cours, I, p. 405.

{1} *Geiger's niagaz./ur pharm.*, 1827, p. 148; Bull. sc. ch., 10, p. 169.

(5) Journ. pharm., 1827, p. 581.

{*QlibitL*, 1828, p. 56.

(5) *Ibid.*, 1879, p. 86.

(6) Journ. de pharm., 7, p. 273.

du polvre noir, et du poivre long ? Elle est résineuse, cristalline, d'un jaune succin, presque insipide, mais elle n'apparaît ni alcaline, ni azotée.

s. *Salicine* (fam. des amentacées).

La salicine est la plus célèbre des matières de cet ordre, à cause de ses propriétés fébrifuges. Sa découverte est due à Leslie entre MM. Beck, Buchner et Leroux (1), mais a été dès-lors bien étudiée par MM. Pelouze et J. Gay-Lussac (2), et par M. Braconnot (5). Elle cristallise en aiguilles prismatiques; sa saveur est très-amère et garde quelque chose de celle du saule. Elle se dissout dans l'eau à 10° en dissolvant 5,6; à chaud elle est plus soluble. Elle se dissout dans l'alcool et non dans l'éther, ni dans les huiles essentielles. L'acide sulfurique concentré lui donne une couleur rouge; les acides nitrique et hydrochlorique la dissolvent. Bouillie en excès avec l'eau de chaux, elle ne la sature pas. Elle ne contient point d'azote (Voy. sa compos. au tableau), et peut, selon M. Braconnot, se transformer en résine par l'action des acides minéraux concentrés. Elle a été trouvée dans l'écorce des *salix Jissa*, *helix*, *amygdalina*, *vitellina*, *incana*, dans celle des *populus italica*, *nigra*, *grasca*, *angulata*, *alba*, dans le tremble elle est mêlée avec la populine.

t. *Populine* (*id.*).

La populine (4) a été trouvée par M. Braconnot dans l'écorce, et plus encore dans les feuilles du peuplier-tremble. Elle cristallise en aiguilles soyeuses; elle a une saveur sucrée comme la réglisse, ne se dissout qu'à peine dans 200 parties d'eau froide, 70 d'eau bouillante, et moins encore d'alcool bouillant, dans l'acide acétique, nitrique, etc. L'eau et les alcalis

(1) Journ. de pharm., 1849, p. 559; J 850, p. 248.

(2) Ann. de pharm., 44, p. 210.

(5) Ann. de pharm., 44, p. 305.

(4) Ann. de pharm., 44, p. 314.

précipitant. Elle se comporte avec les acides minéraux comme la salicine; elle brûle avec flamme : à la distillation elle donne un produit huileux qui pourrait bien contenir de l'acide benzoïque.

u. *Corticine* (*id.*).

La corticine (1) extraite par M. Braconnot de l'écorce de tremble, existe, selon lui, dans plusieurs écorces, et paraît analogue au *rouge cinchonique* de Renss. Elle est insipide, inodore, peu soluble à l'eau, beaucoup dans l'alcool avec lequel elle forme une liqueur brune qui, après l'évaporation, laisse une matière sous forme résineuse. Elle n'est point acide.

y. *Abietine* (fam. des conifères).

L'abietine a été extraite par M. Cailliol (2) des térébinthines des sapins; on en trouve 10,85, dans celle de *Abies pectinata* et 11,47 dans celle de *Abies excelsa*. Elle cristallise en aiguilles pyramidales, dont la base est un quadrilatère presque rectangle. Ces cristaux se groupent en rosaces, étoiles, etc.; elle est inodore, insipide, à peine résineuse, se liquéfie aux rayons du soleil et n'a aucune action sur le tournesol et le sirop de violettes. Fondue, elle forme un liquide transparent, qui devient blanc et opaque comme la styracine qu'on tire du styrax liquide. Elle est insoluble à l'eau froide, mais elle se fond dans l'eau chaude; elle est soluble dans l'alcool à 34°, dans l'alcool bouillant, l'éther sulfurique, le naphte > l'acide acétique concentré.

w. *Scillitine* (fain, des asplodes).

Parmi les monocotylédons on trouve la scillitine de Vogel (3), matière pulvérulente, un peu résinoïde, qui, par son

(1) Braconnot, Ann. phys., 44\* P-<sup>00</sup>«

(2) Essai sur les térébinthines, Strasbourg, 1850; Jourif. de pharm., 1830 p- 4<sup>-</sup>

(5) Bull. sc. nat., 10, p. 254-

amerturae excessive (quoiqu'avec ua arrière-goût sucré, peut être dû au sucre qui y reste mélangé), parait se ranger dans cette division, roais qui pourrait appartenir plutôt aux matières azot&s. Voyez Tilloy, Journ. pharm., 1826, p. 635.

x. *Zdine* (lâm. des gramine\*es).

La zéine, découverte pa\* M. Bizio (1) dans Ic ma'is, est, selon Graham (2), à la dose de 0,03. Elle cst jaune , semblable à la cire d'abeilles, molle, sans odeur ni saveur; plus pesante que Feau quand on la brûle, clle re\*pand une odeur animate, mais ne parait pas donner d'ainmoniaque à la distillation. Elle cst soluble dans l'alcool, Ffiuile de te'rebenthine, lather sulfurique, insoluble dans Feau et les huiles grasses. Elle sc distingue du gluten, parce qu'on n'y trouve point d'asotc, et est soluble à l'alcool. Elle a par ce caractère de l'analogie avec les résiacs; clle se dissout partiellement dans les acides.

Outre ces matières déjà un peu connues, il est vraisemblable queleprincipe amer, signalédans lescomposdes par Bouillon-Lagrange (3), sera une substance analogue 011 à celle-ci , ou aux pr^cédens. On en pourrait dire autant des polygal^cs, etc. Le principe amercdcFaloçs parait, d'aprèsM. Liebig (4), rentrer aussi dans cete division. M. Peichier (5) a extrait des bourgeons &*aspidium fdixmas*, par Tether sulfurique, un principe huileux jaune-verdâtre, gras, visqueux, qui, comme les cires et les r^sines, est soluble dans Fether, les huiles, la polasse; mais qui dif-fère de la circ, en cc qu'il reste dissous dans Thuile de te'i'dbenthine, et des rdsincs, en cc qu'il se précipite de Valcool. L'acido

(1) Bull, de Féruss. sc. chim., 1824, \*p. 27.

(2) *Ibid.* , 3, p. 321.

(3) Ann. chim., 55, p. 35.

(4) Ann. phys. , 37, p. 172.

(5) Bibl. univ., avril, 1&26, p. 374; Bull, de Fér. sc. chim., 7, p. i51.

sulfurique s'y colore en rouge, et depose un principe adipocireux d'un jaune rougâtre. Sa composition est inconnue. M. Morin trouvé dans le chardon bénit(i) un principe amer, qu'il nomme *chardonin*, mais dont je ne connais pas de description.

### §. 5. Des matières tannantes.

De toutes les classes de matières qu'on rencontre dans les végétaux, les matières tannantes, qui se trouvent être aussi ordinairement les matières astringentes, sont peut-être celles dont l'histoire offre la plus d'ambiguïté\*. On a long-temps désigné sous le nom de *tannin* une substance abondante dans la noix de galle et dans un grand nombre d'écorces de dicotylédones, et qui n'avait d'autres caractères distinctifs que d'être astringente, d'être soluble dans l'eau, et de précipiter la dissolution de colle-forte : cette dernière propriété est liée à celle de s'unir à la gélatine des cuirs, et d'opérer en eux cet état de solidité et d'insolubilité dans l'eau, qui est le résultat du tannage. Mais on n'a pas tardé à s'apercevoir que cette matière était loin d'être simple. D'après M. Chevreul (2), elle se compose d'acide gallique, d'un principe jaune particulier, d'une matière azotée, et d'une substance plus spéciale, que M. Berzélius considère comme le tannin pur.

Celui-ci est incolore, susceptible d'être pulvérisé. Il n'est point deliquescent; mais il est très-soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Il s'unit aux acides, et quand ceux-ci ne sont pas en excès, les composés ont une saveur astringente et nullement aigre.

---

(1) Bull. sc. chim., g, p. 287.

(2) Leçons de chim. tinct., 10, p. 191-100.

Ces composés sont très-solubles dans l'eau. Le tannin pur se comporte avec les bases à la manière d'un acide ; mais il diffère des acides sous ce rapport, qu'il se combine aussi avec eux, et peut être considéré comme une base (i).

Le tannin, plus ou moins mélangé avec les matières que je viens de désigner, et peut-être avec plusieurs autres, est une des substances les plus généralement répandues dans les végétaux dicotylédones, savoir :

1°. Dans les galls de chêne ;

2°. Dans l'écorce du chêne et de presque toutes les amentifères, des rosacées ligneuses, et dans l'écorce de la racine des rosacées vivaces, dans l'écorce d'un grand nombre d'arbres appartenant à plusieurs familles diverses, tels que les sumacs, etc. ;

3°. Dans le cachou, qui est un extrait de l'écorce du *mimosa catechu*, et de quelques espèces analogues ;

4°. Dans les gousses de *Xacaciafarnesiana*, dans le bablah, qui est la gousse de quelques acacias mal déterminés, et peut-être de *YA. cineraria*. Plusieurs gousses de légumineuses pajaissent, d'après leur astringence, devoir en contenir. On le retrouve de même en abondance dans le brou du noyer, qui sert à la teinture en noir, comme toutes les matières qui ont de l'acide gallique, lequel est presque toujours accompagné de tannin.

5°. Il paraît exister encore à un état particulier, selon M. Vogel, dans l'écorce de ratanhia, qui est celle du *krameria triandra*.

6°. On le trouve encore dans la matière d'origine encore un peu obscure qu'on appelle gomine-kino, et qui paraît être exsudée par l'écorce du *coccoloba uyilera*.

Cette substance est plus rare dans les monocotylédones. On en a cependant un exemple abondant dans les fruits du palmier, qui fournit à la préparation du bétel, et que Linné nomme *arcea catechu*. Elle existe aussi dans les rhizomes de la fougère mâle. Je ne sache pas qu'on l'ait encore signalé directement

---

(i) Gay-Liussac, leçon 5, p. 15.

dans les cellules, quoique la saveur très-astringente de certains champignons puisse faire soupçonner.

On forme artificiellement une matière assez analogue au composé primitivement appelé tannin, soit en traitant le charbon, l'indigo, les résines, etc., par l'acide nitrique, soit en traitant le camphre, les résines, par l'acide sulfurique. Quoique ce tannin artificiel ne soit pas rigoureusement identique avec le tannin naturel, qui lui-même, comme nous l'avons dit, est un composé indéfini, on retrouve dans ces conversions l'analogie qui existe entre le tannin et les matières résineuses si habituellement propres aux écorces.

#### §. G. Des matières colorantes.

Je considérerai dans cet article les matières colorantes dans les rapports qu'elles ont avec les sécrétions, et je réserverai pour une autre occasion (chap. VIII du liv. IV) l'étude des couleurs végétales considérées dans l'état des végétaux vivans et dans leurs rapports directs avec la physiologie.

Les chimistes ayant en général beaucoup plus considéré l'application technologique que l'histoire physiologique des matières colorantes, n'ont guère décoré de ce nom que les matières susceptibles d'être isolées et transportées sur d'autres corps: poreux, le mot de colorantes s'entend des matières susceptibles de colorer d'autres corps; pour le physiologiste, il désigne les matières qui colorent les parties des végétaux. Nous les numérons ici, en réservant pour le chapitre *des colorations vitales* l'histoire plus spéciale de ces matières, considérées à l'état de vie. Nous nous aidons principalement, dans tout cet article, des documents fournis par M. Chevreul dans ses excellents leçons de chimie appliquée à la teinture.

ture (les 29 et 30<sup>c</sup>); mais nous tenterons de distribuer les faits dans un ordre analogue à notre but, savoir, celui des organes qui fournissent les matières colorantes ou colorés reconnues par les chimistes. Ces organes sont les corps ligneux ou les écorces de dicotylédones, les troncs ou racines de monocotylédones, les feuilles ou herbes, les fleurs, les fruits ou la masse entière de la plante.

#### A. *Matières colorantes des corps ligneux des végétaux.*

Le corps ligneux des arbres est toujours blanc à l'état d'aubier, et souvent à l'état de bois; mais quelquefois il se dépose dans les cellules du bois avec la lignine des matières diverses colorées, noires dans l'ébène, rouges dans le campêche, jaunes dans les inériers, etc. Les chimistes ont étudié et désigné par des noms particuliers celles qu'ils ont pris soin d'isoler; mais il n'est pas douteux que leur énumération est très-loin d'être complète. Il est vraisemblable que les matières observées dans certaines espèces où elles sont assez abondantes ou assez faciles à séparer pour servir à la teinture, existent aussi dans les espèces où les genres analogues d'où on n'a pas encore tenté de les séparer. Ainsi, tous les mûriers qui ont le bois jaune sont très-probablement colorés par le morin; les térébinthacées à bois jaune ont probablement quelque manière analogue au fustet; tous les bois colorés des légumineuses le sont aussi sans doute par des matières analogues à la santaline, à la brésiline et à l'héminine; mais on ignore entièrement l'histoire de la coloration des bois dans les autres familles. Voici les matières qui ont été caractérisées jusqu'ici.

##### a. *Hématine.*

M<sup>#</sup> Chevreul désigne sous ce nom (1) le principe colorant du

---

(1) Leçonag, p. 4J\*

bois de campêche (*hecematoxylon*), qu'on en retire par une infusion dans l'eau chaude. Ce principe, isolé de toutes les matières étrangères, paraît formé de carbone, d'oxygène, d'hydrogène, et probablement d'un peu d'azote, puisque la distillation en retire un peu d'ammoniaque. Il cristallise en cristaux d'un blanc rosé. Il a peu de saveur, est peu soluble dans l'eau froide, mais se dissout en totalité dans l'eau bouillante, et lui donne une couleur rouge orangée. Il se dissout dans l'alcool et l'éther.

#### b. Brésiline.

Le bois de Brésil (*cesalpinia crisla*) paraît contenir un principe analogue à la rhématine, mais à peine connu & d'un degré de pureté que M. Chevreul (1) nomme *brésiline*. Elle paraît susceptible de cristalliser en petites aiguilles de couleur orangée; elle est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther hydratique. Sa solution aqueuse est moins rouge à dose égale que celle de la rhématine. On ignore si elle est azotée, comme la précédente, ou réduite aux éléments ordinaires des végétaux, comme la suivante.

#### c. Santa line,

Elle est produite par le bois de *pteroocarpus santalinus*, connu sous le nom de santal rouge, 100 grammes de ce bois donnent 16,75 de cette matière. M. Pelletier la croit dépourvue d'azote dans sa composition. Elle a l'aspect d'une matière résineuse, molle, d'un rouge brun, et se dissout à la chaleur de l'eau bouillante. Elle précipite la gélatine, et colore l'eau en rouge.

#### d. Morin.

M. Chevreul (2) donne ce nom à la matière colorante du bois jaune, lequel est le corps ligneux du *morus tinctoria*; mais cette matière est moins bien connue que les précédentes. Elle paraît un

(1) Leçons de chim. tinct., 29, p. 55.

(2) Leçon 50, p. 150.

peu acide, peu soluble dans l'eau même bouillante, plus soluble à l'alcool et plus encore à l'éther. La solution alcoolique évaporée cristallise à la distillation; les cristaux sublimés colorent sur-le-champ le sulfate de peroxide de fer en vert-dragon. La solution aqueuse de morin, exposée à l'action de l'oxygène, devient rouge.

e. *Fustet* (i).

Le fustet (*rhus cotinus*) cède à l'eau une matière colorante jaune, qui paraît susceptible de cristalliser. Obtenue à l'état sec par l'évaporation, elle est sous forme d'un vernis brillant d'un jaune orange verdâtre. Elle est astringente, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Elle forme avec la potasse un composé pourpre. Il est probable qu'elle est un peu acide.

B. *Matières colorantes des écorces d'exogènes.*

Les écorces sont, dans la nature, beaucoup plus fréquemment colorées que les bois, puisque ce sont elles qui reçoivent en beaucoup plus grande quantité les sucs divers élaborés dans les parties foliacées, et qu'étant situées plus près de la surface, l'action de l'air, de la lumière et de l'évaporation, peuvent jouer un plus grand rôle dans leur élaboration. Celles des matières colorantes qui en ont été extraites sont les suivantes :

a. *Quercitrin.*

Le quercitrin, selon la nomenclature de M. Chevreul, est la matière extraite du quercitron, c'est-à-dire, l'écorce intérieure du *quercus tinctoria* (a). Cette matière s'obtient par l'infusion ou la décoction du quercitron, et se dépose sous la forme d'une matière cristalline nacréée d'un jaune pâle un peu gris. Elle est

(i) Chevr., leçon 50, p. 169.

(2) Et non du *quercus nigra*. Les Anglo-Américains donnent au *Q. tinctoria* le nom de *black oak*; mais ce n'est pas le *Q. nigra* des botanistes.

ûti J>eu acide , tin pcu soluble à Teau > dfivantage dans l'alcool et tr&-peu dans l'ether. L'influencce de l'oxigène parait la pousser au rouge, comme le m or in , avec lequel e)le a du rapport.

b. *Orcaneltine.*

Getle matière a été extraite de l'corce de la racine de l'brcanette des teinturiers, nom sous lequel on confond le plus souvent le *Uthospermum tinctorium*, *Yanehusa tincloria* , *Yonosma echioides*, et probablement d'autres borraginées vivaces; car elles ont toutes plus ou moins la racine rouge. Cette matière (i) paraît dépourvue d'azole et analogue aux rdsincs. Elle est fusible à 60° cent., ctsa couleur rouge est si foncée, qu'elle semble noire. L'eau la dissout à peine; les huiles fixes, l'ether et l'alcool la dissolvent, et se colorent eii rouge. On Yen précipile par Teau.

c. *Alizarine.*

L'corce de la racine de la garance des teinturiers (*rubia tinctorum*) produit trois (?) matières colorantes distinctes, qui paraissent se retrouver ou réunies ou séparées dans les racines vivaces des autres rubiacées étoilées , et même dans quelques autres tribus de la même famille. L'alizarine en particulier est d'un rouge orangé, sous forme de petites aiguilles, et se volatilise sans alteration. Elle est peu soluble à Teau , très-soluble à l'alcool, qu'elle colore en rouge, et à l'ether, qu'elle colore en jaune. Elle paraît la base du principe rouge de la garance.

d. *Purpurine.*

La purpurine , découverte par MM. Colin et Hobiquet, est très-rapprochée de l'alizarine, peut-être identique avec elle. Ses cristaux sont d'un ponceau plus ou moins foncé<sup>1</sup>. Elle est plus soluble à Teau, et sa solution est d'un rouge plus vif. Dans

(i) Pellet., Bull, pharm. , 6, || .{/^ ; Clievr., Leçons chim. tincl., 29 , p. 80.

(a) Chevr., Leçons china, tincl., 29, p. 83-88, et 30, p. 118.

presque toutes les autres solutions, on retrouve cette in tensité plus grande de la couleur rouge. Elle paraît la base du principe rose de la garance scion MM. Gaultier et Pelroz; mais il est très-douteux que ce principe soit spécifiquement différent du précédent.

e. *Xanthine*\*

Enfin la xanthine de Kuhlmann, où le principe jaune de la garance, est d'un colorant orangé, très-soluble dans l'eau et l'alcool, faiblement soluble dans l'éther. Les acides l'amènent au jaune citron, et les alcalis au rouge.

C. *Bois, rhizomes et racines endogènes.*

Soit que les endogènes aient été moins étudiées à raison de leur habitation exotique, soit qu'elles contiennent réellement moins de matières colorantes, ou que simplement, leur nombre dans la nature est tant moindre, on ait dû en obtenir moins, il est certain que ces végétaux ont fourni beaucoup moins de matières colorantes. On ne peut guère citer que le sang-dragon et le curcuma.

a. *Sang-dragon.*

L'origine et l'histoire des sangs-dragons du commerce est extrêmement obscure. On en retire du *pterocarpus draco*, des *Pandanus* et *santalinus*, qui appartiennent aux légumineuses; du *dracoena draco*, qui fait partie des asparagées; du fruit des *calamus draco, verus* et *rudentum*, qui se classent à la suite des palmiers (1); et le *xanthorrhoea hastilis* paraît fournir, d'après M. Viguet (?), une matière analogue. L'histoire clinique de ces matières se ressent de ce qu'il est bien possible qu'on ait analysé sous un même nom des substances réellement différentes. M. Thompson rapporte le sang-dragon aux baumes, à raison

(1) ? Cours d'hist. nat. pharm., I, p. 292.

(a) Note dans DC., organ. végét., I, p. 274.

de l'acide benzoïque qu'il contient; ce que nient MM. Guibourt et Fée. Nous ne pouvons donc que signaler ici ces matières colorantes rouges, qui sont produites, les unes par les troncs ou les fruits des endogènes, les autres par les troncs d'exogènes.

b. *Curcuma*\*

Les rhizomes du *curcuma longa* contiennent entre autres principes une matière colorante jaune, que M. Chevreul (1) nomme *curcumine*. Elle paraît dépourvue d'azole. Yuc en masse, elle est solide, d'un brun rougeâtre; divisée, elle paraît jaune. Elle se fond, et surnage l'eau au-dessus de 10°. Elle est peu soluble à l'eau, qu'elle colore en jaune, et beaucoup plus à l'alcool et à l'éther, qu'elle colore en rouge orange brun. Les alcalis la tournent en rouge brun, et de là vient son emploi comme réactif pour les reconnaître. On trouve le rhizome rempli de matière jaune dans le *C. amarissima* (a); dans d'autres espèces, l'intérieur du rhizome est blanc, gris, ou même bleu.

D. *Parties fallacieuses (Jewelles jeunes, pousses et herbes).*

Un grand nombre de plantes offrent des couleurs susceptibles d'être extraites de leurs parties foliacées; mais le plus grand nombre étant de peu d'importance pour la teinture, ont été peu étudiées. C'est ainsi, par exemple, qu'un grand nombre de composites, telles que la safran, *Yanthemis tinctoria*, etc., donnent des couleurs, mais sur lesquelles je ne connais pas de travaux suffisants pour qu'il vaille la peine de les mentionner. Je me bornerai aux exemples suivants :

a. *Lutéoline,*

L'herbicide *Reseda luteola* (reseda) est depuis long-temps connue dans les arts à cause de la couleur jaune qu'on en tire. Cette couleur tient à une matière que M. Chevreul nomme *lutéoline*.

(1) Leçons de chim. tinct., 5o. p. 178.

(2) Voyez le bel ouvrage sur les scitaminées de M. Roscoe, 1 vol. in-8°, 1828.

Elle cristallise par sublimation en aiguilles transparentes 6Vun jaune léger. Elle est plutôt acide qu'alcali<sup>e</sup>, peu soluble à Teau , plus soluble à l'alcool et l'llher. L'eau de potasse la colore en jaune d'or verdâtre , qui, probablement par l'absorption de l'oxygène , tend à passer au roux.

b. *Indigoline.*

L'indigo , plus encore que tous les autres produits des végétaux , a été étudié sous un point de vue de chimie technologique, et nullement sous le rapport physiologique. Nous savons que les parties vertes d'un certain nombre de plantes appartenant à des familles très-disparates, savoir , les *in<Tignfera anil, tinctoria* , etc., parmi les légumineuses ; *Ysisalis tine to via* (i) , parmi les crucifères ; le *nerium inctorium*, parmi les apocynées, sont susceptibles, dans des circonstances données, de fournir, une matière féculeuse , qui sert de base à une teinture remarquable par sa beauté et par sa permanence. C'est à l'époque de la fleuraison que les parties vertes des plantes citées contiennent le plus d'indigo. Pour l'obtenir , on les met macérer et fermenter dans l'eau à un degré de température d'environ 70 cent. On sait que l'action de l'oxygène de l'air est nécessaire pour le développement et tout au moins la coloration de l'indigo. Celui-ci est gris ou blanchâtre, quand il n'a pas reçu l'action de l'oxygène. Dans cet état, on le désigne sous le nom d'indigo incolore, blanc ou d'oxygène. Il devient d'un bleu violet quand il est oxygéné. C'est toujours dans le premier de ces deux états qu'il existe dans les végétaux. Pour l'en extraire, on recueille la pâte solide qui résulte de la fermentation , et on remarque qu'elle exhale, avant de s'écouler, une odeur ammoniacale. La pâte, desséchée pour les besoins des arts, contient un grand nombre de matières différentes , et qui probablement diffèrent d'une pâte à l'autre. La partie essentielle de ce mélange est l'indigo pur, qui en forme les 47/100 d'après Bergman , ou 45/100 d'après Chevreul.

---

(1) M. Solzer dit qu'un quintal de feuilles de pastel contient 8 onces 38 grains d'indigo. Bull. sc. agr. S, p. 2g3.

Rdduii àjctet e\*at de purete\*, l'indigo'prend Id nom *tfindigotine*; c'est une poudre douce au toucher, d'un bleu foncé, inclinait au pourpre, insipide, inodore, inaltérable à Fair, insoluble dans l'eau, susceptible, lorsqu'elle est sublimée par le feu, de cristalliser en aiguilles, et qui paraît composée de beaucoup de carbone, d'un peu d'oxygène et d'azole. (Toy. le tableau, p. 578.)

L'indigo paraît susceptible de perdre sa couleur bleue \* soit < u se desoxygène, soit en s'unissant à l'hydrogène. Il présente, d'après M. Bull. (1), une propriété\* remarquable parmi les composés organiques: c'est de pouvoir s'unir avec l'oxygène en deux doses déterminées qui sont d'accord avec les couleurs. Selon lui, l'indigo n'est pas décomposé, mais oxygéné par l'acide nitrique, et il admet l'existence des quatre combinaisons suivantes.

	Atomes de Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.
Indigo blanc . . . . .	15	0	1
Indigo bleu . . . . .	15	1	1
Acide indigolique . . . . .	15	10	x
Acide carbazotique ^2) . . . . .	10	m	

Cet exemple pourra peut-être servir à mettre sur la voie pour l'étude des modifications de la couleur, que tout nous conduit à supporter à des degrés divers d'oxydation.

(1) Bull. sc. chini. deFérussac, 12, p. 85.

(1) D'après Liebig (Ann. chim. et phys., 1827, p. 72), l'acide carbazotique est identique avec la matière appelée anier d'indigo, et aussi avec Tamer de Welter; il rougit la teinture de tournefort et neutralise les bases; il contient selon lui:

Carbone . . . . .	49,03
Oxygène . . . . .	16,04
Hydrogène . . . . .	0
Azote . . . . .	49,03

c. *Ch?vmule.*

Senebier a Tun des premiers attiré l'attention des physiologistes sur le rôle du parenchyme dans la coloration des feuilles : il a montré\* que la couleur de ces organes ne tient point à la cuticule qui les recouvre, inais qu'elle reside dans les cellules du parenchyme. On en peut dire autant de toutes les surfaces foliacées, sauf de légères exceptions que nous examinerons plus tard. En gé\*ne\*ral, la couche de cellules qui forme la cuticule, et les cellules qui forment les poils, manquent de cette matière; mais on en trouve cependant, scion M. Rceper, dans la cuticule externe du péricarpe de *nigella damascena* et dans quelques poils de la courge, etc. Senebier a fait aussi remarquer que la matière qui remplit les cellules du parenchyme, ne prend sa couleur verte que lorsque l'organe a été exposé pendant sa vie à Faction directe des rayons solaires, et par conséquent lorsqu'il y a eu décomposition d'acide carbonique et fixation de carbone dans son tissu : d'où il conclut que cette matière verte doit être une des plus riches en carbone du règne végétal. Dès-lors, les chimistes ont désigné cette matière sous le nom de *matière verte*, et ont remarqué qu'elle se rapprochait beaucoup de la nature des résines par sa solubilité dans l'alcool. Je la désignai sous le nom de *viridinc* dans la Théorie élémentaire pour Writer Tern bar-ras d'un terme composé. M.\* Desvaux l'a nommée *chloronite*. MM. Pelletier et Caventou (i) ayant étudiée avec plus de soin, ont pensé qu'elle devait trouver place parmi les matériaux immédiats, et ont proposé\* de la désigner sous le nom de *chlorophylle*; mais dès-lors il m'a paru évident que cette matière, quoique plus souvent verte que de toute autre couleur, est susceptible de se présenter sous diverses teintes. Ainsi, on voit en automne la matière du parenchyme des feuilles et de certains fruits prendre des teintes jaunes, rouges ou fauves; on voit les

---

(i) Jouru. de phann., 5, p. 486; Ann. de chim., oct., 1818, p. 194-

organes folia ces passer graduellement à l'état de braves lées ou de calices colorés, sans qu'on puisse présumer que la matière qui remplit leurs cellules a complètement changé de nature. D'après ces motifs, j'ai proposé, dans l'Organographie (1), de donner à cette matière qui cause toutes les couleurs des surfaces végétales, le nom général de *chlorophylle* qui, dérivé de celui de *chloros*, couleur, peut s'appliquer à tous ses divers états, tandis que le nom de chlorophylle est faux, soit parce que la matière n'est pas toujours verte, soit parce qu'elle n'est pas propre aux feuilles, mais se retrouve dans les écorces, les bractées, les calices, les péricarpes, etc. M. Macaire (2) qui avait considéré le même sujet sous un point de vue plus chimique, était arrivé aux mêmes résultats que moi, et a adopté le terme que j'avais proposé.

La pulpe du parenchyme des feuilles contient diverses matières, savoir : le tissu même des cellules qui est analogue à la lignine, une portion plus ou moins considérable de sucre, dont M. Macaire l'a dépouillée, en la faisant bouillir d'abord dans l'eau; une sorte de gluten et quelques autres substances en faible quantité. On se procure (3) la chlorophylle en traitant par de l'alcool rectifié le marc de cette pulpe, après l'ébullition dans l'eau et après l'avoir bien exprimé et lavé. En filtrant et évaporant on obtient une matière d'apparence résineuse, et qui est d'un vert foncé lorsqu'on a opéré sur des feuilles vertes. Au moyen de l'eau bouillante on en sépare une matière extractive brune, et il reste alors la chlorophylle verte isolée; elle n'est point cristallisable, ne s'altère point à l'air, se ramollit d'abord au feu, puis se décompose à la manière des substances végétales. Elle est insoluble dans l'eau, facilement soluble dans l'alcool, l'éther, les huiles grasses et essentielles, de même que dans les dissolutions alcalines de potasse et de soude, et dans l'acide

(1) Organ. vég., 1827, 1, p. 18.

(2) Mémoires de la soc. de phys. de Genève, v. 4 (1848), p. 49\*.

(3) Thénard, Traité de chim., 3, p. 393.

suifurique concentré et l'acide acétique. MM. Pelletier et Carrenlou la regardent comme une matière très-hydrogénée. Il est vraisemblable qu'elle est principalement composée d'hydrogène, de carbone et d'une petite dose d'oxygène; mais on n'en a point d'analyse exacte par le chlorate de potasse ou l'oxide de cuivre.

La quantité de carbone que la chromule paraît contenir varie évidemment d'après les circonstances où elle se forme; lorsqu'elle se développe dans un organe exposé à la lumière solaire, l'acide carbonique, en se décomposant, doit y déposer beaucoup de carbone: ce dépôt de carbone paraît la cause immédiate de sa couleur verte. Aussi, lorsque la plante est à l'obscurité et qu'il n'y a pas décomposition de l'acide carbonique, ou, en d'autres termes, lorsqu'elle est *étiolée*, la pulpe est blanche ou légèrement jaunâtre, soit que la chromule, faute de carbone, ne soit pas formée, soit qu'étant formée elle soit décolorée.

La quantité d'oxygène semble aussi susceptible de varier dans cette matière. M. Senebier a des long-temps observé que les feuilles colorées en automne n'exhalent plus de gaz oxygène au soleil, M. Macaire a expérimenté que les feuilles encore vertes, mais qui approchent du moment de changer de couleur, n'exhalent plus d'oxygène pendant le jour, mais continuent à en inspirer pendant la nuit, et que cette dernière fonction continue encore un peu dans celles qui changent de couleur: il en a conclu, que l'oxygène, en se liant sur la chromule, lui donne une teinte jaune, ou, si l'oxygénation augmente, une teinte rouge. Il a vu que les feuilles, jaunies à l'automne, du peuplier d'Italie, traitées par le procédé décrit ci-dessus, donnent une chromule jaune qui ne diffère d'ailleurs de la chromule verte que par son insolubilité dans les huiles grasses et essentielles. En fusée même à froid dans les alcalis, elle devient d'un beau vert et soluble dans l'eau. La chromule rouge des feuilles du sumac, prises à l'automne, devient verte par les alcalis. Au contraire, les acides amènent la chromule verte des plantes, d'abord au jaune, puis au rouge, selon l'intensité de leur action. M. Ma-

caire a vu encore que la chromule rouge des bractées et des calices, et même celle des pétales du *salvia splendens*, présente les mêmes propriétés que celle des feuilles qui rougissent en automne. La chromule des fleurs jaunes est aussi ramenée au vert par les alcalis.

Dans tous les cas, la chromule est évidemment élaborée dans les cellules mêmes où elle se trouve ; c'est une opération qui se passe dans la cellule, à moyen, 1° de l'eau chargée de matières mucilagineuses qu'elle reçoit de la sève ascendante; 2° du carbone qui s'y dépose medialement ou immedialement par la décomposition de l'acide carbonique; et 3° dans quelques cas au moyen de l'oxygène de l'air inspiré.

Lafécule verte de *Vaccinifolioses* se compose, selon M. Raspail (1), de granules ayant 1/50 de millimètre de diamètre. Elle est formée d'une enveloppe incolore pleine de grains verts. Ceux-ci peuvent perdre leur couleur par l'alcool et l'éther. M. Raspail dit qu'on aurait tort de la prendre pour une substance immédiate.

On ne trouve en général la chromule que dans les cellules arrondies ou presque arrondies; elle manque dans les cellules allongées et dans les divers ordres de vaisseaux : c'est ce qui fait que les nervures des feuilles et des écorces, les pétioles de feuilles et les organes analogues sont généralement sans couleur, car le tissu est toujours blanc, et ce sont les matières seules qu'il renferme qui le font paraître coloré. L'action des vaisseaux en particulier est évidemment inutile à la formation de la chromule, puisqu'elle existe très-développée dans les mousses et les algues qui n'ont point de vaisseaux. L'action des stomates y est aussi inutile, puisqu'elle existe, soit dans les plantes déjà citées, soit dans les fruits charnus qui en sont dépourvus. Il résulte de ces faits que la chromule est une matière propre au tissu parenchymateux des surfaces végétales, et que, selon les variations des combinaisons d'oxygène et de carbone dont elle est susceptible, elle peut présenter des couleurs très-variées. Je me

---

(1) Bull. sc. chir., 8, p. 555.

bnmcrni ici à ce premier exsimen général ric la chromule , const—  
déréc corame uu des maie'riuux produits par la nutrition, et jc  
remets à un chapitre spécial (Liv. IV, ch, VIII) l'&ude  
détaillée de la coloration des végétaux.

### E. *Matières colorantes des fleurs.*

Jc reserve pour le chapitre de la coloration des végétaux tout  
ce qui lient aux modifications dela chromule, d'où re'sulte la  
couleur des fleurs , et je fte bornerai à indiquer ici les matières  
spéciales qui en ont été extraites > et qu'on classe parmi les pro-  
duits immédiatsdes végétaux,quoiqu'elles ne soient peut-être que  
des modifications de la chromule.

#### a. *Carthamine.*

Lacorolle el les étamines du carlhame des teinturiers (*car-  
thamus tinctorius*), traitcés a`l'eau , doiinent sur i>000 parties  
environ 2^4 d'une matière qui a reçu 1c nom de *carthamine* (1).  
Sa composition est inconnuc. Yue par réflexion, elle est d'uu  
jaune d'or , et par transmission , elle est rouge. EUc est  
peu ou point soluble dans l'eau; l'alcool froid la dissout et se  
colore en rose; chaud , il se cSlore en orange. L<sup>1</sup> éther la dissout  
moins que Falcool. Sa couleur est peu solide. On a remarqué que  
le moment le plus favorable pour cueillir la fleur est eclui où elle  
se fane.

#### b. *Polychroite.*

MM. Yogel et Bouillon-La grange (?) ont tire\* du stigmntc du  
safran (*crocus sativus*) une matière qu'ils n'ont pu en tier`em en t  
séparerdeTcxlrait, et qui en formait environ les trois quarts de  
son poids; l'extrait luUmême faisait 65/100 de la matière totalc.  
Us ont donné à la partie colorante le nom de polychro'ite; elle est  
pulvécrulente, d'un jaunc intense, très-soluble dans l'eau et dans  
l'alcool, très-peu dans Téther sulfurique, et point du tout dans

(1) Chevr., Leçons de chim. linct., 29, p. 72; 30 , p. 106.

(2) Ann. chim., 80 , p. 188; Fée, (lours, i, p. 54?-

Jes huiles. Kile *esl composita*, selon M. Perotti (1), de circ, «Jc rlsine, de potasse et d'un acide, et, *mv*4e, selon M. Henry, A une huile volatile; sa saveur est amère, piquante; son odeur, suave. Elle n'est point connue à l'état de pureté, et peut à peine encore trouver place dans cette énumération.

c. *Ehoadine*.

La matière colorante des pétales du coquelicot (2) forme 0,40 de leur poids. Elle y est fort adhérente, mais cependant soluble dans l'alcool, dans les acides sulfurique, nitrique, hydrochlorique. Elle est décolorée par le chlorure, et passe au noir par les alcalis.

F. *Matières colorantes des fruits.* -

Les fruits sont colorés à leur surface par des modifications de chromule ou d'autres circonstances dont nous parlerons ailleurs. Plusieurs ont des sucs colorés, tels, par exemple, que la pêche sanguine, etc., etc\*, dont je ne sais pas que les chimistes se soient occupés. Un petit nombre, susceptibles de produire des matières colorantes saisissables et transportables sur d'autres corps, ont seuls attiré leur attention. Tels sont ceux qu'on extrait de la *graine d'Avignon*. On désigne sous ce nom le péricarpe et les graines du *rhamnus infectorius* et de quelques espèces analogues. Ce fruit cède à l'eau, entre autres corps (5), 1° une matière colorante aqueuse qui paraît volatile, et qu'on n'a pu encore isoler d'une substance soluble à l'eau, peu soluble à l'alcool et insoluble à l'éther; 2° une matière amère encore peu connue; 5° un principe rouge, qui se change en brun par reflet de l'air.

Un grand nombre de fruits colorés doivent leurs teintes variées à une grande diversité de matières. Ainsi M. Taddei a examiné la

(1) Bull. sc. chim. de Ferrusse., XI, p. 360.

(a) Riffard, Journ. pharm., 1826, p. 413.

(3) Chevr., Cours chim. tincl., 30, p. 17f.

matière colorable des raisins noirs (1) ; celle des cynorrhodons ou fruits des rosiers est résineuse selon Bilz (2) ; celle du *sambucus canadensis* (5) peut servir, comme réactif, pour découvrir les acides et les alcalis, tandis que la belle matière colorable du phytolacca ne peut remplir cet office, etc.

### G. Matière colorante des lichens.

Pour ne pas morceler, ce qui est relatif aux principes colorants, je dirai ici quelques mots de deux matières qu'on a extraites des lichens. Les teinturiers confondent sous les noms d'orseille de mer, de terre, etc., plusieurs lichens différents; mais nous n'avons encore d'analyse que d'une seule espèce, *variolaria dealbatata*, qu'on dit la vraie orseille ou orseille d'Auvergne, dans laquelle M. Robiquet a trouvé, outre une résine qu'il regarde comme une modification de Ischromule, deux principes particuliers, qu'il nomme Tarioline et orcine (4)\*

#### a. Tarioline.

Elle se cristallise en aiguilles blanches; elle se fond à une température plus élevée, se sépare en deux parties, l'une insoluble dans l'eau, l'autre réduite en huile essentielle. Elle est soluble dans l'alcool et l'éther, est neutre aux réactifs colorés, et ne développe aucune couleur sous l'action des alcalis et des acides même au contact de l'oxygène.

#### b. Orcine.

Est le principe colorant de l'orseille. Elle est incolore, insoluble dans l'eau, neutre aux réactifs colorés. Elle se fond au feu, et se sublime sans décoloration, se dissout dans l'eau, et cristallise en prismes quadrangulaires. L'acide nitrique la colore en rouge;

(1) Bull. sc. chim., 1825, p. 55.

(2) *Ibid.*, 3, p. 317.

(5) Cozzens, *Ann. lye. New-York*, 1, p. 54.

(4) Chevr., *Leçons*, 30, p. 109.

elle se colore en violet sous l'influence de rammoniaque et de l'air atmosphérique.

§. 8. Composition élémentaire des matériaux des végétaux.

L'énumération que j'ai présentée des produits végétaux, soit dans ce chapitre, soit dans le précédent, est peut-être incomplète, peut-être incorrecte à quelques égards, soit à raison de l'état actuel de la chimie, soit, je dois l'avouer, parce que cette science n'a pas fait l'objet spécial de mes Etudes. J'ai tâché de présenter la série des faits dans l'ordre qui m'a paru le plus propre à éclairer la physiologie, et je m'estimerais heureux si cet essai pouvait engager quelque savant, à la fois voué à la botanique et à la chimie, à reprendre ce travail, qui sera toujours un fait tant qu'il ne sera traité que par des esprits accoutumés à n'étudier que les combinaisons organiques ou les combinaisons chimiques isolées les unes des autres.

On trouvera peut-être que j'ai donné trop de détails, de simple compilation, sur des objets en apparence un peu étrangers à mon but; mais je puis affirmer au contraire que j'ai été bien plus occupé à les réduire qu'à les étendre : ainsi, j'ai exclu de ce dessein de cet exposé rapide une foule de matières composées, dont la nature est encore trop obscure, et en particulier toutes celles que les anciens chimistes ont confondus si long-temps sous le nom d'*extrait* ou d'*extractif*; j'en ai écarté aussi toutes les matières végétales qu'on n'a pas encore trouvées sur des végétaux vivans, telles que celles qui sont produites par les opérations des chimistes ou par la décomposition naturelle des corps.

Pour abr<sup>ger</sup> chacun des articles particls, et presenter sous une forme *synoptique* la composition 61<sup>mentaire</sup> des mat<sup>iaux</sup> imm<sup>diats</sup> des vég<sup>taux</sup>, je crois devoir terminer ce chapitre par un tableau oil j'ai r<sup>uni</sup> les r<sup>sultats</sup> des analyses les plus dignes de confiancc, disposes dans un ordre propre k les comparer avec facility.

Quoique j'en sentc toute l'importance, je n'ai point 655376 d'ins<sup>rer</sup> dans `xe tableau les analyses v<sup>gtales</sup> rapport<sup>es</sup> aux atomes, soit parce que les chimistes ne sont pas encore bicc d'accord sur la mani<sup>re</sup> de les consid<sup>rer</sup>, dans les corps d'origine organique, soit parce que mon but 6tant cssentiellement comparatif, il ne serait point rempiipar le petit nombre de corps v<sup>gflaux</sup> dont les atomes ont 6t <sup>calculus</sup> avec quelque precision.

---

## CHAPITRE XII.

### *Des Matières minérales qu'on trouve dans les plantes.*

---

#### ARTICLE PREMIER.

##### *Introduction.*

LES matières que nous avons examinées dans les deux chapitres précédents, constituent toutes celles que les chimistes considèrent comme étant propres au règne végétal, comme formant les substances végétales proprement dites; mais on trouve dans les plantes un certain nombre de substances terreuses, alcalines, salines, métalliques, ou de nature inflammable, que les chimistes considèrent comme étrangères aux produits végétaux, et qui souvent, aux yeux du physiologiste même, méritent cette dénomination. M. Saigcy (1) nous a récemment mis l'opinion que ces matières ne devaient pas être considérées comme adventives, mais qu'elles font partie des tissus. Nous devons nous en occuper avec soin, ne fût-ce même que pour apprécier jusqu'à quel point il est vrai de les considérer ou comme étrangères au règne végétal ou comme en faisant des parties nécessaires.

---

ah

(1) Voy. Journ. des sc. d'obs., vol. a , p. 222.

Ces substances peuvent se ranger sous deux divisions générales : les unes paraissent évidemment absorbées avec l'eau de végétation, et simplement déposées dans diverses parties du tissu; les autres sont nécessairement formées par la combinaison des corps produits par l'acte même de la végétation avec ceux qui sont tirés du dehors: ainsi, à la première classe pourront appartenir les sulfates ou carbonates de chaux qu'on trouve dans les plantes, et à la seconde on doit rapporter les acétates ou les malates de chaux.

Les matières véritablement végétales étant toutes décomposées par l'action du feu, il en résulte nécessairement que tous les corps de la seconde classe seront altérés par la combustion; leur partie volatile sera détruite, et leur partie minérale se présentera seule dans les cendres, c'est-à-dire, dans les résidus fixes de la décomposition ignée ou de la combustion : on ne pourra donc avoir connaissance de leur existence dans les végétaux qu'au moyen des analyses par la voie aqueuse. Au contraire, les matières minérales qu'on peut supposer absorbées par les végétaux, étant en général indécomposables par la combustion, resteront intacts et se retrouveront dans les cendres.

Si nous faisons attention à la manière dont les plantes se nourrissent, nous verrons que, riches dans un terrain prodigieusement mêlé de diverses matières, il doit se faire un départ de ces matières en trois classes :

i°. Toutes celles qui sont ou tout-à-fait insolubles dans l'eau ou qui sont rares dans la nature, que le terrain n'en contient que des quantités inappréciables, ne doivent pas se retrouver dans le tissu végétal.

2°. Toutes celles qui, & l'&at oil elles se pr&entent, sont v&en&neuses pour les plantes ou pour certaines plantes, ne peuvent s'y rencontrer que dans des cas rares et exceptionnels, et ne doivent pas faire, au moins dans eel (Hat, partic habituelle des v&g&taux,

5°. Toutes celles qui ne rentrent ni dans l'une ni dans l'autre de ces deux series, ont dû se trouver ou pourront se rencontrer dans les analyses des ^g^taux. Avant d'êtudier leur histoire sous le rapport physiologique, il convient d'abord d'exposer rapidement l'Énumération des matifères qu'on a jusqu'ici trouvées dans les v&g&taux, et de leurs divers états.

## ARTICLE II.

### *Des Matières purement minérales qu'on trouve dans les plantes.*

Nous commencerons d'abord par indiquer succinctement la série des matifères d'origine minérale qu'on trouve dans les v&g^taux; nous étudierons ensuite ce qui tient & leurs variations et à leur origine.

#### §. i. Énumération.

Nous énumérerons ces matifères en commençant par les divers états des métaux qui se trouvent dans les plantes, puis nous dirons un mot des substances non-métalliques. Dans la première série, nous distinguerons les corps anciennement connus sous les noms de *terres*, *d'alcalis fixes* et de *metaux* proprement dits.

Je me sers pour cette Enumeration des analyses les plus récentes des chimistes, et en particulier de celles qui sont citées dans les ouvrages de Thénard, de Thompson, de Saussure, de Davy, dans le Dictionnaire des sciences naturelles et le Cours d'histoire naturelle pharmaceutique de M. F6c; je n'ai pas cité, dans chaque cas l'autorité sur laquelle je m'appuie, vu que cette citation eût été trop longue / j'ai surtout choisi les exemples où l'organe analysé a été indiqué.

#### A. Terres et sels terreux.

Par mi les terres, celles qu'on a trouvées pures ou combinées dans les végétaux sont la chaux, la magnésie, la silice, l'alumine, et peut-être la baryte.

i°. La chaux (oxide de calcium), qui est à la fois la terre la plus abondante dans la nature et l'une des plus solubles, devait à ce double titre se retrouver dans tous les végétaux; aussi dit-on que le *salsola soda* est jusqu'ici la seule plante où on ne l'ait pas observée.

On dit qu'elle est à l'état de chaux pure ou à peine carbonatée dans l'écorce du liège, la bulbe de Taill, et qu'elle forme l'efflorescence blanche qui recouvre les charas exposés à l'air. Les carbonates ou sous-carbonates de chaux sont très-communs dans presque toutes les plantes; notamment dans les feuilles de l'aconit napel, les racines de *polygala senega*, les pailles des graminées, et mélangées avec de la silice dans l'enveloppe pierreuse des graines des lithospermum et des borago, etc. Il n'y en a aucune trace dans plusieurs graines, telles que celles de marronnier d'Inde, de fève, de maïs et d'orge.

Le sulfate de chaux a été observé dans la racine d'*aconitum ljrcoctonum*, de bryone, de rhubarbe, dans le suc de l'opium, les graines de moutarde noire, le bois de Campèche, l'écorce de bouleau, de saule, et en grande abondance (70 sur 400) dans l'écorce du *quercus falcata*, si, comme le soupçonne M. Robi-

quct la quercie de Scaltcrgood n'est aulre que du sulfate de chaux (i) ; on le trouve aussi dans *lefuscus vesiculosus*, etc.

Les phosphates ou sous-phosphates de chaux font partie des végétaux d'aconit, de lupin, de lucerne, de piéluille, de yucca, de blanc, de *poiygala senega*, de réglisse, du suc de la chélidoine, des graines de moutarde noire et d'arachis, de bois de Campêche, de la bulbe de Fail, etc. M. Raspail (2) dit que les corps qui se trouvent dans les cellules du pandanus, du typha, des orchis, etc., qui ont 1/10 de millimètre de longueur et 1/400 de diamètre, sont des cristaux de phosphate de chaux.

Le nitrate de chaux a été observé dans la bourrache, l'ortie, l'hélianthe et la parietaire (3).

L'hydrochlorate ou muriate de chaux se trouve dans la racine *ftaconitum Ijcoctonum*, le suc des feuilles de tabac, le rhizome du *curcuma longa*, les fleurs de *narcissus pseudo-narcissus*, etc.

2°. La magnésie (oxyde de magnésium), qui est moins abondante que la chaux dans la nature, est aussi moins fréquente dans les végétaux. On dit qu'elle est à l'état de terre dans le liège, et à celui de sous-carbonate dans les pailles et les graines des graminées charnues. C'est probablement dans cet état que Yauquelin en a trouvé 17.929 sur 100 dans la soude produite par le *salsola soda* (4) - On la trouve surtout en grande abondance à l'état de sulfate dans *lefuscus vesiculosus*, et elle existe à l'état de phosphate ou sous-phosphate dans la racine de bryone, les feuilles de conium, la farine d'orge, etc., et à celui d'hydrochlorate ou muriate dans l'écorce de *cpneUa alba*, la racine de *geum urbanum* et *lefuscus vesiculosus*.

3°. La silice ou l'acide salicique, qui, malgré son insolubi-

(1) *Journal, philadelph.*, juillet 1829; *Journ. pharm.*, 1829, p. 550.

(2) *Bull. sc. nat.*, 13, p. 36g; *Journ. pharm.*, 1828, p. 590.

(5) M. Thénard, en citant ces faits, ne désigne pas les organes\*

(4) *Ann.\* de chim.*, 18, p. 78.

lité ordinaire, plndtre évidemment dans les végétaux, soit à l'état de suspension, soit dans des dissolutions de solution déterminées, par des causes peu connues. Elle se trouve en quantité considérable dans les parties extérieures et les concrétions des monocotylédones, dans les feuilles, dans plusieurs grains, etc. Ainsi, d'après Yauquelin, elle forme 60/100 du grain d'avoine. Schroeder en a trouvé, mais en moindre proportion, dans les grains d'avoine, de froment, de seigle, d'orge, et dans la paille de seigle. Davy a reconnu qu'elle forme presque seule la partie extérieure des graminées; aussi il a trouvé sur 100 parties

d'épiderme de canne dite bonnet. . . . .	90,0	de silice,
de bambou. . . . .	71,4	
de roscau. . . . .	48,1	
de tiges de bid. . . . .	6,5	

Davy assure que l'épiderme du rotang en contient une telle quantité, qu'il fait feu au briquet, ou même lorsqu'on frotte deux morceaux Tun contre l'autre (1). MM. Macie (2) et Turner (3) ont reconnu que les concrétions qu'on trouve dans le bambou, et qu'on connaît sous le nom de *tabasheer*, sont de la silice presque pure, et Fourcroy et Yauquelin en ont trouvé 70 pour 100. M. de Saussure a trouvé pour 100 de silice dans la cendre du froment avec ses grains, et 61,5 dans la cendre du même brûlé après avoir été dépouillé de ses grains; il en a trouvé 57 dans celle d'orge, 35,5 dans les grains d'orge s'épauillés, 60 dans ceux d'avoine, 18 dans les tiges de maïs. M. Braconnot en a trouvé environ 4 pour 100 dans la tige de *Yequisetumjluviatile*.

(1) *Chim. agr. ed. Franc.*, 1, p. 55. Ce passage contient une légère erreur, lorsqu'il dit que la présence de la silice est commune à toutes les plantes à tige creuse. Cela est vrai dans quelques tiges creuses endogènes, mais n'est point lié avec cette circonstance, et n'a pas lieu dans les tiges creuses d'exogènes.

(2) Cité par Thompson. *Syst.* 4, p. 211.

(3) *Edinb. phil. Journ.*, avril 1828. *Ann. de phys.*, 37, p. 318.

M. Braconnot en a trouvé\* environ 4 pour 100 dans la tige de *Yequiselum Jluviatile*.

Quant aux dicotylédones, la silice y est, en général, rare, si ce n'est dans les feuilles. M. de Saussure en a trouvé, sur 100 parties de leurs cendres :

Feuilles de chêne en automne. . . . .	14,5	de silice.
— Pcuplier noir , <i>id.</i> . . . . .	11,5	
— Noisetier. . . . .	11,3	
— Yerge-d'or. . . . .	3,5	

La plupart en ont moins , et quelques-unes point du tout, comme, par exemple, celles du marronnier d'Inde. Les écorces en ont souvent une quantité notable; telle est celle du mûrier, qui en offre 15,25 au même chimiste. La silice se retrouve dans la racine de *Colombo*, de *polygala senega* ^le sue de la chélidoine, la graine de lin , l'écorce de simarouba, les pétales du *rosa gallica*, l'herbe d'absinthe , l'écorce de bouleau , etc.

4°. L'alumine est la terre qui se rencontre en moins grande quantité dans les végétaux. Schroeder l'a trouvée à l'état de terre pure, mais en faible proportion , dans les grains d'orge et d'avoine et dans la paille de seigle , et en quantité infinie dans le grain de seigle , et sur tout de froment. Cette terre se trouve dans les cendres d'un grand nombre de végétaux ; mais elle en forme à peine un centième d'après M. Th. de Saussure. On l'a retrouvée dans l'opium , le sue de la chélidoine , la racine de guimauve , l'indigo du commerce, l'assafoetida, la fleur de cerise , l'absinthe , les feuilles d'ohvier, la bulbe de Tail, la poussière de lycopode , le rhizome de fougère mâle, etc.

5°. La baryte est citée par Bergman parmi les substances trouvées dans l'indigo du commerce, et même à la quantité de 10,2 sur 100; mais M. Chevreul ne l'a pas retrouvée.

### B. Alcalis fixes et sets alcalins.

Les alcalis fixes sont, comme on le sait, de nature analogue aux terres, et comme elles sont fréquents dans un grand nombre de végétaux. Je les signale ici séparément , parce que leurs sels,

tant, en général, beaucoup plus facilement solubles dans l'eau, se présentent d'une manière assez différente dans leur histoire physiologique.

i° La potasse est fort abondante dans les terreaux, et se retrouve aussi très-habituellement dans presque tous les végétaux. On la mentionne à l'état de potasse hydratée ou de sous-carbonate de potasse dans les feuilles d'olivier, dans la racine de *polygala senega*, et, d'après M. Thénard, dans les plantes marines et maritimes. M. Th. de Saussure en a trouvé, sur 100 parties des cendres:

22,45	dans les grains mûres de la fève;
57,25	dans l'herbe de la iève en Qeur ;
51,0	dans le fruit mûr du marronnier d'Inde;
12,5	dans la paille de froment;
15,0	dans son grain ;
14,0	dans le son;
59,0	dans la tige de maïs;
14,0	dans ses grains ;
16,0	dans la paille d'orge;
<b>18,0</b>	dans ses graines.

L'hydrochloralé ou muriate de potasse, ou chlorure de potassium, est assez commun dans les végétaux; il est en particulier indiqué dans l'écorce de Winter; le sué de la chélidoine, la racine du lin, l'écorce de cannelle blanche, le ccieri, Tab-sinthe, la fletu du cai tlianc, la tige de *gentiana chirayita*, la racine de *polygala senega*, le bois de campêche, les feuilles de tabac, l'herbe de la fdvemûre mais dépouillée de ses graines, la paille du froment, la tige de maïs, sa racine, les agarics poivrés et fausse-orangé, etc. Il fait environ le quart de la soude de varec du commerce.

Le sulfate de potasse a été observé dans la racine de pivoine et de *polygala senega*, l'écorce de Winter, la myrrhe, l'opium, l'herbe de la fève mûre, la paille du froment, la bulbe de Tail, les plantes maritimes. La soude de varec du commerce en contient jusqu'à 19 pour 100.

- Le-phosphate ou sous-phosphate de potasse s'est présents dans le fruit du marronnier d'Inde, la graine de lin et de la fève (43, ^3 sur 100 parties de ses cendres), la myrrhe du commerce, le tubercule de la pomme de terre, le rhizome de Tacorus aromatique, la lige du froment, de l'orge et du maïs, et surtout les graines de ces plantes; il fait: \*

32 pour 106 des cendres du grain de froment;

30 du son; •

47 des grains du maïs;'

3a des grains d'orge.

On le retrouve, \* pānī lès éclutaires; dans l'agaric poivre\*.

Le nitrate de potasse est indiqué\* dans les racines de *cissampelos pareira*, de *geunt urbanum*, dans le suc de l'aloë, en grande quantité\* dans le céleri, et quelquefois dans la racine de belterave avancée\* en âge. Il existe dans les fleurs de verbascum, le rhizome du gingembre, le fruit de l'arc-de-belci, • 1\* tubercule de *cyperus esculentus*, les agarics poivre et des couches.

En fin la potasse, combinée avec l'iode à l'état d'iode ou d'hydriodate, se trouve dans *leucus vesiculosus* et la Boue qu'on en extrait.

2\*. La soude (oxide de sodium) ne se trouve guère dans la nature que dans les eaux salées; et par conséquent ce n'est que dans les plantes marines, maritimes, ou des Isles, qu'on en trouve une quantité\* M. Ghevreux dit qu'il l'obtient - elle est sous\* forme d'oxalate de *touffe*; mais que par la combustion elle se change en carbonate. On obtient par ce procédé\* une masse pierreuse qui forme la soude naturelle du comatource, et dans laquelle on trouve:

3 à 8 pour 100 de carbonate de soude de la <sup>de</sup> d'Aiguës-Mortes, qui est composée de presque toutes les plantes maritimes et charnues de la côte du Languedoc; 1/2 à 1/5 dans celle de Narbonne, qui est formée de *salsola*

*soda* c'est-à-dire *salicornia*; an qui s'extrait du *la sa-*  
 25 a 30 dans celle d'Alger, du *lienoppfiurfi setigerum* et de quelques, au-

Ires espèces décrites par M. Lagasca dans son Mémoire sur les plantes *barilleras* d'E\*pagne;

55 scion M. Fée , dans la soude dite de Sicile, fournie par le *saisola sativa*.

On en obtient aussi un<sup>^</sup> quantité indéterminée de la soude de Ténériffé (produite par le *mesembryanthemum glaciate*) et de la soude de varec. Ce dernier fournit du sulfate et de rhydrochlorate de chaux.

### G. Métaux proprement dits.

Les métaux ne se rencontrent dans les végétaux qu'à l'état d'oxydes ou de sels , et il y a tout lieu de croire que ceux qu'on dit y avoir été trouvés à l'état métallique, y avaient été introduits avec les matières dont on s'était servi pour l'analyse. C'est ce qui paraît expliquer la très-petite quantité d'or que Kunkel et Sage ont pu extraire de certaines cendres. Quand on pense que la plupart des combinaisons métalliques sont vénéneuses pour les végétaux, on conçoit qu'on ne doit pas en rencontrer souvent dans leur tissu. Aussi sur les trente métaux connus , il n'en est que trois qui se trouvent réellement dans les végétaux, savoir :

1<sup>o</sup> le fer se trouve presque dans tous les végétaux , mais en très-petite quantité, à l'état d'oxyde, par exemple, dans l'indigo du commerce (où il est en assez grande quantité), les pétales du *rosa gallica* , la racine de bryone , l'assa-foetida , l'herbe d'absinthe , les feuilles d'olivier , la tige de *geni ana chirayita* , la bulbe de Taill, la racine d'asperge, le fruit de l'areca-bétel, le tubercule du *cyperus esculentus* , le rhizome de ibuproène mâle , les grains et la paille des graminées , etc. Il se retrouve peut-être à l'état de phosphate de fer dans la graliolle , où il est indiqué avec doute par Vauquelin.

2<sup>o</sup> - Le manganèse a été primitivement reconnu dans les plantes par Scheele. Proust l'a trouvé depuis dans les cendres du pin, du calendula, de la vigne, du chêne vert, du figuier, etc. M. Schroeter l'indique à l'état d'oxyde dans les grains et la paille des

graminées cales, On l'indique aussi dans *Q ly copodium amiplanatum*, *ie/ucus vesiculosus*, etc. Il est toujours en très-faible quantité.

3°. Le cuivre existe, selon M. Rischoff dans les rhizomorphes (1), dans le *lycopodium complanatum* (2), soit à l'état métallique, soit combiné avec l'acide sulfurique et des acides végétaux. Il a été découvert par le docteur Meissner (3) dans les cendres d'un grand nombre de végétaux tant indigènes qu'exotiques, mais en très-petite quantité. M. Sarzeau (4) en a retiré du quinquina et de la galle, où il forme 1/5,000,000 du poids de l'extrait de café, et il en retire pour 1/1,000,000 (5); du grain de romarin, où il en retire pour 4-566/1,000,000 (6), et en général dans toutes les plantes observées. Il accompagne toujours les phosphates et est peut-être à l'état de phosphate.

#### D. Corps non métalliques.

Les corps minéraux qui ne reulent dans aucune des divisions précédentes, et qui ont été trouvés dans les végétaux, sont les suivants :

1°. Le chlorure que nous avons déjà indiqué en parlant tout à l'heure des chlorures de chaux, de magnésie et de potasse.

2°. L'iodure que nous avons aussi indiqué en mentionnant l'iodure et l'iodate de potasse. L'iodure se trouve dans les eaux minérales,

(1) Bull. sc. nat., 7, p. 84\*

(2) *Kryptog. geophse.*

(3) Ann. de Mm. et de Phys., 11, p. 106.

(4) Journ. de pharm., 1850, p. 505.

(5) Il culcreeii Rurnpe 70 millions du k i log ra m mushier a fc par an; il y arrive donc chaque année 560 kilogrammes de cuivre après M. Sarzeau.

(6) Le poids du cuivre qui se trouve dans le pain en France, est de 3650 kilogrammes par an. M. Sarzeau estime que le Pinement cultivé en France tire du sol 3406 kilogrammes et 800 grammes de cuivre.

de la soude de varec, et paraît exister en très-faible quantity dans l'eau de la mer.

3°. Le *soufre* est indiqué à l'état pur dans les crucifères, et notamment dans les graines de moutarde, soit libre, soit à l'état d'acide (i), dans les fleurs d'oranger, les graines d'arachide, le capivi, la racine de patience, la matière sécrétée entre les follicules du houblon, les rhizomes de *Yalpinia galanga*, et de *Yamomum zingiber*, la farine de riz, le suc de *Vassa-fetida* et de quelques autres ombellifères. On les retrouve sous forme de sulfate dans les combinaisons déjà mentionnées en parlant de la chaux, de la potasse et de la soude.

4°. Enfin, le *phosphore* se trouve, dit-on, dans quelques végétaux & à l'état d'acide phosphorique, par exemple, dans le suc de l'ognon, l'ergot des céréales, la racine de pivoine, et mêlé avec l'acide malique dans le fruit du framboisier d'Inde ou les fleurs de verbascum. M. Yauquelin le soupçonne à l'état de phosphate de *fer* dans la galiole, et nous l'avons mentionné plus haut sous les formes de phosphate de chaux et de potasse, sous lesquelles il est assez commun dans le règne végétal.

## §. 2. De l'histoire physiologique des matières minérales ci-dessus désignées.

Toutes les matières dont nous venons de donner l'existence paraissent en général tirées du sol avec l'eau de végétation, et sans avoir subi d'altération. MM. Schröder et Braconnot ayant élevé des végétaux, dans l'abri des corps extérieurs, et y ayant trouvé quelques

---

(i) Les chimistes ne sont pas d'accord sur la nature de cet acide; MM. Hecury et Garot le considèrent comme un acide propre, qu'ils nomment sulfo-sinapique, et qui serait composé de 5 éléments. M. Pelouze le considère comme de l'acide hydro-sulfo-cyanique. Voyez Journ. de chim. médic., I, p. 49<sup>et</sup> Ann. de phys. et chim. f 44» P» 217»

matures terreuses, avaient cru que le végétal avait la faculté de les former; mais ils avaient agi avec de l'eau distillée, que la pile voltaïque a prouvé n'être pas pure, et d'autres expériences ont donné d'autres résultats. L'opinion contraire à celle de ces savans, savoir, que les végétaux reçoivent du dehors et ne retirent pas les matières minérales qu'ils renferment, se fonde,

1°. Sur ce que toutes les matières minérales qu'on rencontre dans les végétaux se trouvent aussi dans les terrains où elles croissent;

2°. Sur ce que leur quantité proportionnelle dans les végétaux est sensiblement en rapport avec leur abondance dans le sol ou avec leur degré de solubilité;

3°. Sur ce que les faibles actions chimiques dont les végétaux paraissent doués, ne pourraient nullement expliquer la formation de la plupart de ces matières;

4°. Sur ce que les mêmes espèces de végétaux présentent des produits différens lorsqu'elles croissent dans des terres très-diverses : ainsi on sait, par une longue pratique et par des analyses exactes, que les mêmes espèces qui, lorsqu'elles croissent sur les bords de la mer, contiennent des sels de soude, donnent des sels de potasse lorsqu'elles croissent loin de la mer. M. Théodore de Saussure a de même observé une grande différence dans la nature des cendres des mêmes végétaux crus dans des terrains calcaires ou siliceux.

*Feuilles de rhododendron.*

	Carbonate terreux.	Silice.
Crû dans le calcaire. . . . .	48,5	0,7
Crû dans le terrain siliceux. • •	16,73	2, 0

*Tiges de rhododendron.*

	Carbonate terreux.	Silice.
Crû dans le calcaire. . . . .	39,0	0,5
Crû dans le terrain siliceux. . . . .	29,0	19,0

*Myrtille.*

Crû dans le calcaire. . . . .	42,0	0,5
Crû dans le terrain siliceux....	29,0	1,0

*Feuilles de sapin.*

Crû dans le calcaire.. ; . . . . .	25,5	5,5
Crû dans le terrain siliceux....	22,0	5,0

*Extrait des terres.*

Calcaire. . . . .	21,0	3,0
Siliceux. . . . .	17,0	14,0

Enfin, Davy (1) ayant semé de l'avoine dans un sol composé de carbonate de chaux, elle y vécut mal, et ne présenta & l'analyse qu'une quantité de silice fort inférieure à la quantité ordinaire. L'hélianthus, cultivé dans un terrain qui n'a point de nitre, n'en contient point; et arrosé avec une dissolution de nitre, il en contient beaucoup, selon Davy.

Ainsi la nature des matières minérales qu'on trouve dans les végétaux est variable selon la nature des terrains où les plantes ont crû : ce qui tend à prouver que ces matières proviennent du sol, qu'elles peuvent être considérées comme presque étrangères à la nature des plantes, et qu'il ne faut pas donner une trop grande importance aux nombres qui les représentent, dans les analyses des produits végétaux (2).

---

(1) Chim. agr., 2, p. 52.

(2) Je sais que ces faits et ces opinions sont en opposition

Examinons de plus près les autres variations qu'on observe dans la distribution et la proportion de ces matières terreuses.

La sève ascendante subit, comme je l'ai dit plus haut, peu de modifications dans sa joule jusqu'à ce qu'elle approche des organes supérieurs et extérieurs. Nous avons déjà vu qu'elles subissent dans les organes foliacés deux grandes modifications, savoir, la décomposition de l'acide carbonique, et la déperdition d'une grande quantité d'eau. Gette eau, en s'évaporant, laisse dans le point où l'évaporation s'est opérée les matières solides qu'elle contenait; celles de ces matières qui sont faciles à dissoudre sont entraînés comme parties des sucs descendants; celles qui le sont moins restent dans la place où elles ont été déposées : telles sont les diverses matières terreuses, alcalines et métalliques, qu'on trouve dans les végétaux, et qui, lors de leur combustion, se présentent, à raison de leur incombustibilité, sous la forme de cendres. M. TWod. de Saussure a étudié l'histoire de ces dépôts terreux avec l'exactitude et la sagacité qui le caractérisent, et a déduit de ses expériences un petit nombre de lois faciles à comprendre, d'après les données précédentes.

---

directe avec les assertions de quelques chimistes, notamment avec celles de Lampadius (Journ. des mines, n°55, p. 52j), qui assure qu'ayant semé du scielle dans de la silice, de Talumine, de l'oxyde de chaux, de la magnésie et du fer, il a eu partout les mêmes résultats, savoir: silice, 700; carbonate de potasse, 160; alumine, 20; magnésie, 70; oxyde de fer, 4? : mais ce fait sera-il si contradictoire avec tous les autres, qu'on peut croire qu'il y eu erreur dans l'expérience.

La quantity des sels terreux ou alcalins qu'on trouve dans les végétaux divers ou dans les organes différens d'un même végétal, est sensiblement proportionnelle *h* la force de succion et *h* l'intensité de l'évaporation.

Ainsi, si l'on compare les végétaux entre eux, on trouve que les herbes donnent, *h* proportion, plus de molières salines que les arbres; et, parmi ceux-ci, que les arbres *h* végétation rapide, qui aspirent et évaporent beaucoup, en donnent plus que ceux *h* végétation lente. Outre que ces faits sont prouvés par des analyses exactes, ils l'étaient par des faits pratiques et populaires : ainsi, lorsqu'on veut obtenir des sels alcalins, tels que la potasse ou la soude» ce sont des herbes & végétation rapide qu'on soumet *h* la combustion : le tabac pour la potasse, la glaciale ou les salsola pour la soude, sont de ce nombre, c'est-à-dire, qu'elles ont une grande force de succion et d'évaporation, comparés à celles qui croissent dans les mêmes lieux. Au contraire, la combustion des arbres donne *h* proportion très-peu de cendres. C'est ce qui avait été démontré en France par les inspecteurs des manufactures de salpêtre, et MM. Vauquelin et Perthuis (1); en Angleterre, par MM. Kirwan et Ruc-

(j) Voici, d'après M. Chaptal, le résultat moyen des expériences de Kirwan, Vauquelin et Perthuis. On obtient de la potasse sur 10,000 parties de la planter;

Peuplier. . . . .	^
Hêtre. . . . .	.12
Chêne. . . . .	.15
Orme. . . . .	.39
Vigne. . . . .	.55

kert (1). M. Th6od. de Saussure a confirm^ ces r^sultats par de nombreuses analyses dont on pcut voir les d^tails dans les tableaux qui terminent son ouvrage. Voyez aussi le tableau des cendres obtenues de divers v^g^taux, et de la proportion de leurs parties solubles et insolubles, donn6 par M. Berthier, Afln, de chimie, vol. 32, p. 240.

Si Ton compare les parties m^mes du v6g&al, on trouve qu'il se depose plus de matifcres terreuses ou alcalines dans les feuilles, qui sont JJ'organe essentiel de l'6-vaporation, que dans tout autre organe. Apr&s les feuilles viennent les icorccs; apr^s T6corce, Taubier; apr^s l'aubier, le bois.

Jpuesi main tenant j tou jours en suivantlem^me guide, nous comparons la nature des cendres de divers v6g6-taux, nous trouvons des differences toutes susceptibles d'6tre r6duites h des lois simples, d^duites du degr6 de leur solubilit6. Ainsi, les sels alcalins (de potasse et de

---

Chardon . . . . .	55
Fon ' . . . . .	62
Chardcm de vac he * . . . . .	196
F6ves . . . . .	200
Vescc . . . . .	275
Absinthe. • . *	700
Fume ' . . . . .	790

(1) M6m. sur les engrais, Soc. roy. d'Irlande , vol. 5 , p. 129'.

\* J'ignore quelle est la plfinte d6sign6e sous ce nora : il n'ea existe aacaue à laquelle on ait l'habitude de le donner, ni en françaw ni en anglais; mais je pr6sume qu'il y a ea une petite erreur de traduction. Le chardon de vache se nommerait en anglais *cow-thistle*. Or, le *sonchus oleraceus* se nomme *sow-thistle*, et je pr6sume que c'est lui qui est ici d6ftign6.

soude } sont beaucoup plus abondants dans les cendres des plantes herbacées et dans les parties herbacées des plantes ligneuses qui sont en état d'accroissement, comme ils sont aussi les plus abondants dans l'eau que les végétaux absorbent, parce qu'ils sont les plus solubles. La proportion de ces sels n'augmente pas sensiblement avec l'âge, et diminue le plus souvent quand la plante vieillit sur le même sol. L'eau des pluies les entraîne en lavant la surface des plantes. Tous les cultivateurs de soude savent que la pluie, lorsqu'elle vient peu avant l'époque de la cueillette, diminue sensiblement la quantité des sels alcalins. Ces sels sont, en regard de la quantité relative des cendres, moins abondants dans l'écorce que dans le bois et l'aubier, et on ne trouve pas de différence entre ces derniers organes. On retrouve une quantité notable de sels alcalins, et notamment de phosphate de potasse, dans les graines. Ces variétés paraissent tenir à ce que la pluie et l'eau qui lavent le végétal à l'extérieur, enlèvent proportionnellement plus de sels alcalins, parce qu'ils sont les plus solubles, et laissent par conséquent une plus grande proportion de sels insolubles ou peu solubles dans les parties extérieures : celles-ci reparaissent donc dans les cendres de ces organes en plus grande quantité\*.

Les phases que présente la quantité de la potasse dans les plantes herbacées, à diverses époques de leur végétation, sont assez bien représentées par l'expérience suivante :

La pomme de terre, patraque jaune (1), a donné, sur un hectare :

---

(1) Ann. de chim., 1835, v. 28, p. 15; Dull. sc. agr., 4\* p. 225.

	Fan age veil.	Sal <sup>h1</sup> -	Sous*carbonate de potaase.	Tubrrcule.
		kilogrammes		
x " coupe, immédiatement avant la fleur. . . . .	33333	334	212	4,300
a* immédiatement après la fleur	33333	3n	190	16,330
3* on raiis plus tard. . . .	35701	a3o	72	30,700
4' on mois plus tard. . . .	2a3oo	2o5	60	41,700

Le poids du fanage sec a &#226; 0,125 du vert, *k* la première et seconde coupes, et a augmenté successivement aux troisième et quatrième. On peut conclure de ce tableau, 1<sup>o</sup> que l'époque de l'année où on trouve le plus de potasse (et il en est de même de la soude), est celle qui précède immédiatement la floraison; 2<sup>o</sup> que la quantité de chaux et de silice augmente au contraire avec l'âge, et est indiquée par l'accroissement du poids du fanage sec. C'est la cause de cet accroissement des matières terreuses peu solubles dans les herbes, qu'on doit couper à l'époque de la floraison celles qu'on destine à faire des chapeaux de paille, parce qu'étant alors moins terreuses elles sont plus flexibles (1).

Les phosphates de chaux et de magnésium sont, après les sels alcalins, les plus abondants dans les plantes qui sont en état d'accroissement, et leur proportion diminue de même, et par les mêmes causes, à mesure que la plante avance en âge; l'écorce en contient moins que le bois, et celui-ci moins que l'aubier. Le carbonate de chaux se trouve abondamment dans les cendres de l'écorce; il se trouve aussi dans celles de l'aubier, et plus encore dans celles du bois.

---

(1) Sinclair, Bull\* sc. agr., 11, p. 171.

La quantity proportionnelle de silice qui se trouve dans les cendres augmente graduellement *h* mesure que la plante avance en âge, à cause de la disparition des sels solubles. Les produits siliceux sont presque nuls dans le Loïs, plus fréquents dans l'acorce, et quatre ou cinq fois plus abondants dans les feuilles; leur extrême insolubilité fait que ce sont les premiers qui se déposent à l'époque de l'exhalaison de l'eau; et une fois déposés, ils restent fixés à leur place, parce que rien ne les enlève; tandis que les sels solubles déposés avec eux sont lavés par l'eau des pluies ou entraînés par le suc descendant. Cette silice, qui s'accumule ainsi dans les feuilles, est probablement une des causes qui endurecit leur tissu, obstrue leurs pores et détermine leur mort. La chute des feuilles caduques à l'automne tend chaque année à débarrasser les végétaux de ce phénomène à lieu de cette masse de silice qui s'y était accumulée : c'est cette quantity de silice qui donne au terreau de feuilles une certaine ressemblance avec la terre de bruyère, et le fait apprécier dans les jardins, parce qu'il tend moins à former croûte à la surface que ne le font les terreaux où il entre davantage de sels calcaires: ceux-ci, en effet, sont facilement dissous par les pluies ou les arrosements.

Quant aux végétaux dont les feuilles ne tombent pas d'elles-mêmes, la quantity de silice y va tous jours en croissant, et finit par donner à leur épiderme une consistance solide, et surtout une insolubilité à l'eau qui les rend propres à divers usages.

Presque toutes les feuilles des monocotylédons qui aspirent et évaporent beaucoup sans être caduques, sont remarquables par *h* quantity de silice de leur épiderme\*

Les tiges des prèles doivent à cette silice accumulée à leur surface leur incorruptibilité et leur dureté : les feuilles des palmiers et des graminées sont, par ce motif, recherchées dans divers pays pour couvrir les toits ou autres usages analogues. Les analyses des cendres, faites par les chimistes, démontrent la disposition des monocotylédones à avoir plus de silice. Outre les analyses de Davy et de M. Thodou de Saussure, citées plus haut, pag. 384 et 385, je citerai pour exemples les résultats suivants des analyses de Bergman et Ruckert, d'après Sinclair (1).

Sur 100 livres de cendres,	Silice.	Craux.	Alumine.
<i>I. Monocotylédones.</i>			
Froment . . . . .	.48	87	15
Seigle . . . . .	.65	21	16
Orge . . . . .	.69	16	15
Avoine . . . . .	.68	26	6
<i>II. Dicotylédones.</i>			
Poinçons de terre . . . . .	.4	66	30
Trifle rouge . . . . .	.37	35	30

Ce que nous venons de dire des feuilles est, à un moindre degré, applicable aux herbes herbacées, et surtout à celles qui sont abondamment munies de stomates. Les sels insolubles se déposent aussi en plus grande proportion dans les nœuds, où les sucs éprouvent une sorte de stagnation qui favorise leur dépôt : c'est ce qui est surtout visible dans les nœuds des graminées, souvent changés en concrétions siliceuses.

«

---

(1) Bull. sc. agr., 3\* p. 325.

Enfin, les oxides de fer et de manganese qui ont pu se trouver dans le terreau, se déposent de même aux places où se fait l'évaporation; et leur quantité proportionnelle, qui est toujours faible et inférieure à celle du terreau, va en augmentant, comme celle des matières peu solubles, à mesure que la végétation avance.

Tous les faits dont je viens de rendre un compte sommaire, principalement d'après M. de Saussure, ne doivent point être confondus avec de véritables sécrétions : ce sont de simples dépôts de la sève ascendante dans diverses parties de sa route. Les sécrétions, au contraire, sont, comme nous l'avons vu, d'un ordre plus élevé de élaboration; et nous retrouverons quelque chose d'analogue dans l'article suivant, consacré aux matières végéto-minérales.

### ARTICLE III.

#### *Des Matières végéto-minérales (ja'on trouve dans les plantes\**

Je désigne sous le nom de matières végéto-minérales celles qui doivent leur origine à l'union d'un produit de l'action de la vie végétale avec une substance minérale: tels sont les sels formés par un acide végétal ou une base minérale, ou ceux qui pourraient se former par un acide minéral combiné avec un alcali d'origine végétale. Comme ces derniers ne sont encore que des produits de l'art, par exemple, le sulfate de quinine, nous nous bornerons à citer ceux qui sont relatifs aux premiers. En suivant la marche tracée à l'article précédent, j'en indiquerai succinctement l'énumération et l'histoire.

## §. i. Eumnc'raUon.

La chaux se trouve souvent dans les végétaux combinés avec des acides d'origine végétale, ce qui donne naissance aux sels suivans:

|\Soxalate de chaux a été rencontré dans la sève du rosier, Te\*corce de Winter, de cannelle blanche, desimarouba, dans la gratiote, la racine de rhubarbe, de chiendent. Ce sel forme la sixième partie, selon M. Henry, des rhizomes de *Xalpinia galanga* etc. M. Raspail (i) dit que les corps allongés en aiguille qu'on trouve dans l'iris, dans le *theligonum cynocrambe* et dans une foule d'autres plantes, sont des cristaux d'oxalate de chaux. Us n'ont, selon lui, qu'un  $\frac{1}{5}$  de millimètre, en longueur, et  $\frac{1}{50}$  en largeur. M. Saigey (a), au contraire, semble les assimiler à la silice. Ce sont les corps que j'ai nommés raphides, je fais pour éviter d'affirmer une chose encore douteuse dans sa généralité, soit pour éviter de longues circonlocutions. Voyez Organographie, 1, p. 126. L'oxalate de chaux se trouve abondamment dans les lichens, et, selon M. Braconnot, il va quelquefois jusqu'à former la moitié de leur poids; il semble ainsi jouer le rôle du carbonate de chaux dans les madrépores et du phosphate dans les os.

Le malate de chaux fait partie de la racine de *Yaconitum lycoctonum*, de la pivoine, du *cissampelos pareira*, du *vymphesa*, du *polygala senega*, du *spigelia*, de *Vasclepias*, de la réglisse, de la bryone; on le retrouve dans l'écorce du simarouba, les feuilles du *conium maculatum*, dans les fleurs du *rerbascum*, dans la résine caragane, le *sagapenum*, le *labdanum*, la gomme-résine d'euphorbe, dans les graines d'arachis et de coumarouma, etc.

Le citrate de chaux existe dans le suc de la chélidoine, la

(1) Bull. sc. nat., 11, p. 377; i5, p. 56g; Journ. pharm., 18281 p. 590.

(?) Journ. sc. d'obs., 2, p. 215.

La pulpe du roranc, l'écorce d'exostemma, le Tubercule de la pomme de terre, la racine (*Tasarum*, In bulbe d'oignon, etc.

Le tartrate de chaux est indiqué\* par Lassaigne et Foneulle dans les feuilles du séné, et par Berzelius dans le lichen d'Islande.

Le kinate de chaux existe dans l'écorce des quinquinas.

Le gallate de chaux dans la racine de l'ellébore noir.

Le séquisétoïde de chaux dans les *equisetum*.

La magnésique ne doit figurer dans cette liste qu'à raison des maladies ou sur maladies de magnésie trouvées\* dans les racines de réglisse et de bryone, et l'écorce de *daphne mezereum*, et sur tout à raison de l'acquisétale d'z magnésique qui forme, selon M. Braconnot, un peu plus de 1 pour 100 de *equisetum fluviatile*. M. Plisson a aussi trouvé\* la magnésique dans la racine de réglisse unie à un acide encore in déterminé\*.

La potasse est, avec la chaux la matière minérale qui est le plus souvent unie aux acides végétaux, ce qui se voit dans les sels suivants.

Le lactate de potasse est indiqué\* dans l'écorce de Winter, la graine de lin, les feuilles de séné, les fleurs de verbaacuin, le rhizome du gingembre, le fenil de Taréca-betel, le tubercule du *cyperus esculentus*, Tagaric poivre, Tagaric des couches, etc.

Le gallate de potasse dans la racine de l'ellébore noir.

Le malate de potasse dans les racines de pivoinc, de *poly gal senega*, les feuilles de séné\*, l'écorce de *daphne mezereum*, les radices caragane et d'euphorbe, *efucus vesiculosus*, etc.

Le citrate de potasse dans le tubercule de la pomme de terre.

Les oxalates ou suroxyalates de potasse dans les oxalis et les oseille, d'où on les extrait pour obtenir le sel d'oseille. On en retrouve aussi dans *efucus vesiculosus*, etc.

En fin, le tartrate de potasse se trouve dans le vin, dans la pulpe du tamarin et dans le lichen d'Islande.

La soude ne se trouve combinée avec un acide végétal qu'à l'état de malate de soude dans In gratiolo et dans toutes les plantes maritimes où elle existe, selon M. Chevreul, à l'état d'oxalate qui, comme je l'ai dit dans Particle 1<sup>er</sup>, se change en carbonate par la combustion.

Le fer est indiqué à l'éclat de gallate de fer dans le liège par M. Chevreul.

§. 2. De l'origine ou de la formation des matières végétales  
minérales susmentionnées.

Nous avons vu dans l'article précédent que les sels purement minéraux paraissent absorbés avec l'eau par les racines, et se déposent dans le végétal, surtout aux places où se fait l'évaporation; mais M<sup>r</sup> Chaptal (i) fait remarquer qu'on ne peut pas dire, à raison de ce dépôt, que tous les sels qu'on trouve dans la plante existent préalablement dans le sol. Il paraît évident que les acetates, les malates, les citrates, et en général tous ceux qui se forment par les acides développés dans le végétal même, ne sont pas absorbés en nature. Leurs bases seules existent dans le terrain, et peuvent seules avoir été absorbées. Il est probable que les sels qui les contenaient ont été décomposés par l'action de la végétation ou par le contact avec les acides végétaux, et que leurs bases sont ainsi passées dans des composés nouveaux. Ce fait est rare, si on le compare au dépôt des matières purement minérales; mais il fournit la preuve de la possibilité que divers sels soient ainsi décomposés et recomposés dans le tissu.

Il est probable que dans quelques cas très-rare il y a des sels purement minéraux formés dans les plantes. M. Chaptal cite comme exemple de ce fait la racine de betterave, qui au lieu de sucre forme du salpêtre, soit nitrate de potasse, lorsque sa végétation passe un certain

---

(i) Chim. agric. , i . p. 218.

terme: c'est ainsi qu'en automne, dans les provinces méridionales de la France, et souvent en hiver, dans les provinces septentrionales, on y trouve du salpêtre au lieu de sucre. Il est presque certain que, dans ces cas, l'acide nitrique se forme par l'union de l'oxygène avec l'azote contenus l'un et l'autre dans le tissu, ou en partie fournis par l'air, et que cet acide s'unit immédiatement avec la potasse contenue dans le végétal, dans la proportion de 1<sup>1</sup> 00<sup>c</sup> de son poids.

---

## CHAPITRE XIII.

*Du rôle général que les diverses matières absorbées par les végétaux jouent dans leur nutrition.*

### §. i. Des Matières solides.

Nous avons déjà graduellement exposé le sort des différentes matières introduites par la sève dans le végétal; ainsi nous avons vu,

1°. Que toutes les matières salines d'origine purement minérale, soit terreuses, soit alcalines, et les oxides métalliques, sont déposés par la sève dans les organes où se fait l'exhalaison de l'eau.

2°. Que les matières salines végéto-minérales paraissent formées par suite de décompositions et de recompositions exécutées dans quelques points du végétal, entre les matières minérales absorbées et les acides végétaux.

3°. Que le carbone provenant toujours immédiatement de la décomposition du gaz acide carbonique, se dépose d'abord dans les parties vertes du végétal; il passe dans le suc nourricier, et il entre comme partie plus ou moins considérable dans toutes les matières solides ou déposées dans les cellules.

On peut juger de la quantité de carbone d'un organe

par celle qui reste lorsqu'on le fait brûler en vase clos. En suivant ce genre de combustion, M. Th6od. de Sausure a prouv6 que dans le tronc des dicotyl6dones, l'6corce est l'organe qui contient ordinairement le plus de ce charbon; apr6s P6corce vient le bois, qui en a acquis toute la quantity qu'il doit recevoir; et enfin l'aubier, qui, à titre de bois imparfait, n'a pas encore re\$u toutes les parties charbonneuses qu'il doit avoir un jour. L\5corce, en vieillissant, perd un peu du carbone qu'elle contenait quand elle 6tait jeune, parce qu'6tant sans cesse expos6o à Patmosph&re, l'oxigène s'empare d'une portion de carbone, et forme avec lui de l'acide carbonique. Les corps ligneux de diverses esp6ces, compares entre eux, contiennent en g6n6ra] , sous un volume donn6, d'autant plus de carbone que leur v6g6tation a &16 plus leute. (Voy. l'Y\* IV, chap. X. )

4°. Les mat6res solubles d'origine v^g6tale ou animale, introduites par la s6v6, peuvent fournir & la plante des mat6riaux tr^s-divers d'^laboration, et en particulier l'azote, qu'on trouve dans plusieurs de leurs produits. Cet azote, il est vrai, peut aussi provenir de l'air atmosph^rique dont nous parlerons plus tard. Quoi qu'il en soit, sa pr6sence k l'^tat de combinaison intime dans plusieurs des mat6riaux des v^g^taux, prouve 6videmment que s'U'est vrai de dire que l'azote est plus constant et plus abondant dans les mati6res animales, on ne peut pas sur ce caract&re seul distinguer à quel r6gne appartiennent les 6tres dont la nature paraît douteuse. Les mati6res d'origine organique qu'on trouve dans la s6ve y varient beaucoup en quantity, selon la nature du sol, et cette quantity diverse paraît la cause principale de lu

fertility diverse des terrais. Les engrais proprement dits (à l'exclusion des simples amendements) sont les matifères qui enrichissent le terrain de la plus grande quantité possible de ces matifères solubles. Outre l'azole qu'elles fournissent, elles peuvent encore introduire dans le végétal une quantité notable de matières carbonées, d'ulmine ou d'acide carbonique qui, concurremment avec celui de Fair, y déposent du carbone. Le rôle des matières hydrogénées et oxygénées qu'elles contiennent est difficile à décrire exactement, mais doit évidemment contribuer à la formation des matériaux nutritifs.

Au reste, la quantité de matières solides qui se trouvent dans la sève absorbée est bien faible, si Ton peut en juger par le poids de ce liquide. Ainsi Vauquelin trouve que la sève d'orme (1), au printemps, ne pèse que 1005 h 10.06, l'eau étant 1000. Il a vu de même que l'extrait fourni par la sève du hêtre ne forme que les 0,0229 du liquide, celui de la sève du lianuc 0,00<sup>2</sup>, celui de la sève de bouleau 0,0097.11 conclut de ces faits que si cette matière (Hail la sève qui contribue à l'accroissement des arbres, il faudrait supposer que leur tissu est traversé par une quantité d'eau supérieure à ce qu'on peut imaginer; qu'ainsi, il faudrait qu'il passât 1626 myriagrammes d'eau dans un ornicau, pour qu'il augmentât de 48<sup>0</sup> myriagrammes; que, quant au hêtre, il faudrait qu'il passât 87,8 d'eau pour l'accroître de 11,17, etc. <sup>accès à la 4<sup>110</sup> > I<sup>ue</sup> ass<sup>®</sup> z vagues</sup>, on peut deviner le rôle de l'eau elle-même dans la nutrition.

---

(1) Exp. sur les sèves des végétaux. Paris, 1799.

## 5. 2. De l'Eau.

Outre les matières terreuses et\* carbonées que les végétaux s'assimilent pendant leur nutrition, il se fixe aussi dans leur tissu une quantité notable d'eau ou des éléments de l'eau. Cette fixation de l'eau dans le végétal devient déjà probable quand on pense, 1° qu'un tiers environ de l'eau absorbée n'est pas exhalée, et doit rester par conséquent dans la plante; 2° que tous les principaux matériaux dont les végétaux sont formés, savoir, la gomme, la fécule, le sucre et la lignine, peuvent être considérés comme composés d'eau et de carbone. M. Théodore de Saussure a établi cette conclusion par des expériences directes; il a vu d'abord que, des plantes aquatiques, élevées en vase clos, dans de l'eau pure, et dans un air qui ne contenait point d'acide carbonique, avaient, au bout de quelques jours, accru leur poids solide (c'est-à-dire estimé après avoir chassé par le dessèchement toute l'eau de végétation), avaient, dis-je, accru leur poids solide d'une quantité faible mais sensible; cette quantité n'est pas due à la fixation de l'un des éléments de l'eau, car l'autre se serait retrouvé à l'état de gaz dans l'air du bocal, ce qui n'a point eu lieu (1). Il a vu de plus que lorsqu'on élève les plantes en vase clos dans une atmosphère artificielle qui contient un peu d'acide carbonique, le poids solide que le végétal acquiert dans un temps donné est augmenté, non-seulement de la quantité de carbone due à la **décomposition**

---

(1) Rech., chap. VII, §. 1.

du gaz acide carbonique, mais d'une quantité bien plus grande, et qui ne peut être attribuée qu'à une fixation d'eau plus considérable que dans le cas précédent: ainsi, des pervenches, qui dans le vase sans acide carbonique avaient fixé 3 grains d'eau, en avaient acquis 5 8/10 dans le bocal où elles pouvaient en même temps fixer du carbone. La menthe aquatique, qui sans acide carbonique avait fixé 1 grain d'eau, en a fixé 3 dans le bocal avec acide carbonique

Il est si vrai que le poids acquis dans ces expériences est dû à l'eau, et qu'en général ce liquide entre pour une partie notable dans le poids dont les végétaux s'accroissent en un temps donné, que si l'on suppose avec soin tout le poids qu'ils peuvent recevoir, 1° par la fixation du carbone, 2° par celle des matières terreuses, salines, alcalines ou métalliques; 3° par l'inspiration du gaz oxygène; 4° par la matière soluble contenue dans le terreau, on ne peut se rendre raison que de la vingtième partie environ du poids réel obtenu par le végétal. Les dix autres vingtièmes seraient donc dus à l'eau. Supposons, ce qui est possible dans un sujet si délicat, que nos erreurs vont au quart ou à la moitié des nombres, encore résulterait-il surabondamment prouvé que l'eau entre pour une partie considérable dans le tissu solide du végétal. Ainsi, de même que ce liquide fait partie des minéraux sous forme d'eau de cristallisation, il paraît aussi certain qu'il fait partie de la masse solide des végétaux, indépendamment de l'eau qui s'y trouve comme eau de végétation, et que le dessèchement peut expulser. La végétation, tant qu'elle est croissante, tend à diminuer la quantité d'eau liquide du globe ou celle d'un lieu donné;

inais on suit, au contraire, et ceci est une implication, que les végétaux, en se décomposant, dégagent une quantité d'eau notable. Tous ces résultats remarquables sont dus aux recherches de M. Thénard de Saussure.

Une autre question se présente encore à l'examen des physiologistes: c'est de savoir si cette eau est composée ou se fixe à l'état d'eau.

Dès l'époque où Ton a connu la nature de l'eau et le dégagement du gaz oxygène par les plantes vertes, on a cru que ces plantes composaient l'eau, retenaient l'hydrogène et exhalaient l'oxygène. Il a été démontré que cette exhalation d'oxygène est due à toute autre cause, et Ton n'a jamais aperçu de plante saine dégager de gaz oxygène autrement que par la décomposition du gaz acide carbonique.

Y aurait-il des cas où la plante au contraire retiendrait l'oxygène et dégagerait l'hydrogène? On ne peut citer ni en faveur de cette hypothèse, ni en faveur de la précédente, la petite quantité d'oxygène mêlée d'hydrogène, que Senebier a vu s'élever de pois qu'il avait toujours fait germer dans de l'eau distillée. Il a vu en effet bien prouvé que dans cette expérience les pois fermentent plutôt qu'ils ne germent, et qu'on a ainsi le résultat, non d'une fonction vitale, mais d'une décomposition morbide. Le seul exemple connu de dégagement de gaz hydrogène est celui des champignons observés par M. de Humboldt (i): il a vu que diverses espèces d'agaves mises sous l'eau, soit à l'ombre, soit au soleil, dégagent du gaz hydrogène. Nous examinerons les détails du phénomène en parlant

---

(i) *Fl. frejrb. specim.*, §. n.

do I\* nutrition des cryptogames. Il faut avouer que les champignons diffèrent tellement des autres végétaux, qu'il serait difficile de rien conclure de cette famille & l'ensemble du règne.

Si nous n'avons pas de preuves directes que les plantes vasculaires décomposent l'eau pour s'approprier immédiatement l'un des principes et rejeter l'autre, il est au moins très-vraisemblable que cette décomposition a lieu dans la série des opérations nutritives, et que les deux principes entrent chacun de leur côté dans la formation de certains matériaux. Bientôt, en effet, pourrait-on concevoir l'origine de l'hydrogène dans tous les produits plus hydrogénés que l'eau, tels que les huiles et les autres matières sur-hydrogénées? Ce résultat est confirmé par l'existence d'un certain nombre de matériaux plus oxygénés que l'eau, et qui probablement tirent en tout ou partie cet oxygène surabondant de l'eau qu'ils ont décomposée. Mais en même temps qu'il paraît nécessaire d'admettre qu'une partie de l'eau se décompose, on doit admettre aussi que la plus grande partie reste indécomposée et seulement fixée : c'est ce qui résulte de ce que les principes les plus généralement répandus dans le végétal, tels que la gomme, le sucre, la lignine, l'albumule, contiennent des quantités proportionnelles d'oxygène et d'hydrogène exactement semblables aux proportions de ces deux éléments dans l'eau, comme cela résulte des belles recherches de MM. Thénard et Gay-Lussac.

### J. 3. De l'Air introduit ou contenu dans les végétaux.

Nous avons déjà dit qu'il entre dans le végétal, avec la sève, une certaine quantité d'air dissous dans l'eau ou mélangé avec elle. Cet air est, soit de l'acide carbonique qui se rend aux parties foliacées pour y être décomposé, soit de l'air atmosphérique, dont une portion, peut-être, entre comme partie constitutive dans le tissu même. Il peut aussi en pénétrer dans plusieurs cas au travers du tissu même des végétaux, ainsi que cela est démontré par l'impossibilité qu'on éprouve à empêcher son passage dans toutes les expériences faites sur des végétaux vivans et même sur des tiges ligneuses. Quelle que soit son origine, cet air atmosphérique, en tout ou partie, et peut-être aussi une partie de l'acide carbonique ou de la portion d'oxygène non dégagée par les surfaces foliacées, se retrouvent dans le végétal sous deux formes: 1° dans les vaisseaux; 2° dans les cavités aériennes.

On a cru long-temps que les vaisseaux étaient les conduits de la sève non élaborée: j'ai exposé plus haut les motifs qui ont fait abandonner cette opinion, au moins quant au cours ordinaire de la végétation. Il paraît que leur état le plus ordinaire est de contenir de l'air. M. Bischoff me semble avoir mis cette assertion hors de doute dans son écrit intitulé: *De vasa vasorum spiralium* (1) *plantarum structuræ et indole, in- & c.*, Bonnæ, 1829. Il fait remarquer, 1° que si l'on coupe en travers, sous l'eau, la

---

(1) Il rompt sous cette dénomination les trachées, les vaisseaux rayés, ponctués et réticulés.

tige d'une plante, et qu'on la serre avec les doigts, on voit sortir de petites bulles d'air des faisceaux de vaisseaux ; 2° que si on fait la même opération & l'air libre, on n'en voit pas sortir de liquide 2 double fait qui paraît démontrer que les vaisseaux renferment de l'air. S'il arrive quelquefois qu'on trouve un peu de liquide à l'orifice des vaisseaux, c'est que ce liquide, souvent un peu visqueux, existait dans le tissu cellulaire environnant, et a été entraîné par l'instrument tranchant dont on s'est servi; on ne le trouve en effet que lorsque ce tissu cellulaire est abondamment humide, et non quand il Test modérément : de plus, quand on essuie la coupe, il ne reparait plus. M. Bischoff confirme ces premières données en observant que si l'on coupe adroitement une tige un peu humide, et qu'on la soumette au microscope, l'orifice des vaisseaux paraît vide; si on y place une goutte d'eau, elle s'imbibe immédiatement, soit dans les cellules, soit dans les vaisseaux; mais en examinant l'extrémité opposée du fragment de la tige, on voit l'orifice des vaisseaux exhâler de petites bulles d'air qui paraissent chassées par l'eau entrée à l'autre bout.

J'ai cité plus haut (chapitre III) la manifestation ingénieuse dont M. Bischoff explique le passage de l'eau colorée par les vaisseaux dans les injections, comme un fait d'exception déterminé par la position où se trouve le végétal. Je ne reviendrai pas sur ce sujet; mais j'ajouterai qu'en exposant des fragments de tige de courge sous l'eau à l'action d'une pompe pneumatique, il a vu, dès les premiers coups de piston, de petites bulles d'air sortir des dix paquets de vaisseau qui aboutissent à la tranche horizontale, tandis que le tissu cellulaire voisin ne laisse

échapper aucune bulle. Cette expérience est d'autant plus facile, qu'on la tente sur des plantes dont les vaisseaux ont un orifice plus large. L'air qui s'échappe des vaisseaux n'est pas de l'acide carbonique; car lorsqu'on répète ces expériences sous de l'eau de chaux, celle-ci n'est nullement troublée par son développement: mais quelle est la nature de cet air?

M. Bischoff n'a pu recueillir sous le récipient d'une pompe pneumatique une certaine quantité de l'air extrait des vaisseaux de la *Silphium*, a tenté de l'analyser; mais malgré sa persévérance, les bulles qu'il avait ainsi obtenues étaient trop petites pour être soumises aux procédés eudiométriques ordinaires. Il s'est exercé à prendre des bulles d'air atmosphérique, à les secouer dans du sulfate de potasse pendant dix à quinze minutes, et à mesurer, par le poids de l'eau déplacée, combien la bulle avait diminué pendant cette opération. Il a vu, en répétant souvent cette expérience, qu'il pouvait en conclure que la diminution de l'air atmosphérique y annonçait de 20 1/9 à 21 1/2 de gaz oxygène. Comme ces résultats ne concordent pas avec la réalité, il a appliqué le même procédé aux bulles sorties des vaisseaux; il a trouvé dans celles sorties :

Du *malva arborea*, 27,9 d'oxygène;

Du *cucurbita pepo*, 29,8.

Et, d'après une moyenne de plusieurs expériences, il conclut qu'en général cet air contient 8,0 d'oxygène de plus que l'air atmosphérique. Ces expériences sont tellement délicates, que, malgré la confirmation qu'inspire l'observateur, il est difficile de ne pas conserver quelque

double sur les qualités; mais on peut bien conclure de leur ensemble,

1°. Quo les vaisseaux des plantes contiennent, dans leur état habituel, non des sucs, mais de l'air, ainsi que j'en avais déjà admis dans l'Organographie, d'après un ensemble de preuves moins concluantes;

2°. Que cet air est un peu plus riche en oxygène que l'air atmosphérique, et ne paraît pas contenir d'acide carbonique.

D'où provient cet air des vaisseaux, et quel est son rôle? Ce sont deux questions très-difficiles à résoudre et même à discuter.

Il est bien vraisemblable que l'air des vaisseaux provient, ou de l'air mélangé dans l'eau absorbé par les racines, ou peut-être en partie de celui que les feuilles absorbent pendant la nuit; mais comme nous ne connaissons, au moins avec précision, la terminaison des vaisseaux ni du côté des racines, ni du côté des feuilles, nous ne pouvons avoir aucune idée nette de la manière dont l'air peut y parvenir. M. Bischoff pense que cet air est sécrété par les racines et non absorbé en nature, comme dans la respiration. Je n'ai pas d'objection contre cette opinion; mais je ne la regarde pas non plus comme prouvée.

Il pense aussi que cet air, et surtout l'oxygène qu'il contient, agit sur le suc absorbé par les racines des plantes, et le modifie pour le rendre propre à leur nourriture et à leur développement. Dans cette hypothèse, les vaisseaux des plantes joueraient un rôle analogue aux trachées des insectes, et la respiration se ferait chez elles comme dans ces animaux, par le transport de l'air dans

les diverges parties du corps où le suc nourricier serait déposé. L'analogie de la forme des organes semblerait autoriser ce soupçon; mais jusqu'ici il n'y a rien de prouvé à cet égard, et les faits eux-mêmes ont besoin d'être revus, multipliés et variés. J'ajouterai seulement que si le rôle de l'air des vaisseaux est analogue à celui des trachées des insectes, on ne peut guère supposer qu'il soit dû à une sécrétion des racines : au moins on n'a jusqu'ici aucun exemple d'une respiration entretenue par de l'air sécrété; mais toujours elle a lieu par de l'air atmosphérique absorbé en nature. Je serais donc plus porté à supposer que cet air provient de l'air atmosphérique absorbé qui serait mêlé avec une petite portion d'oxygène provenant de la décomposition du gaz acide carbonique de la sève.

Outre l'air contenu dans les vaisseaux, on en trouve encore dans certaines cavités déterminées tantôt par la rupture d'une partie du tissu cellulaire\* ou la dilatation des méats intercellulaires, tantôt par la disposition générale de certaines parties qui restent dans leur intégrité. A la première classe appartiennent les cavités qui se forment dans la moelle des dicotylédones, dans la tige des graminées et de plusieurs plantes aquatiques, dans les pétioles du *trapa natans*, dans les utricules de l'utriculaire, dans le doublement des péricarpes du *cylindropuntia* ou du *nigella damascena*, etc. A la seconde doivent se rapporter les cavités des gousses du baguenaudier, du *cardiospermum* et de tous les fruits vésiculaires, celles qui se forment dans les boutons de quelques fleurs par le boursoufflement des pétales avant l'épanouissement, etc. Quoique ces deux classes de cavités soient fort différentes

par leur origine, le peu que nous connaissons sur la nature de l'air qu'elles renferment, m'engage à ne pas les comparer. Dans plusieurs cas, cet air me paraît évidemment sécrété par la plante, à peu près comme les animaux paraissent en dégager dans les intestins, dans les vessies natatoires, dans les emphysèmes. Cette sécrétion paraît surtout évidente, quant aux pétioles du trapa, aux utricules de l'utriculaire, etc. Dans d'autres cas, il semblerait que l'air atmosphérique pénètre dans les cavités vésicales par la simple porosité générale du tissu et c'est ce que je suis disposé à admettre pour les gousses, les capsules et les boutons de fleurs où l'on trouve de l'air. M. Bérard (1) a aussi confirmé cette opinion en observant que, lorsqu'on presse peu à peu et graduellement une gousse de baguenaudier, on finit par en faire sortir tout l'air qu'elle contient sans qu'elle paraisse se déchirer. Il appuie encore cette opinion sur les expériences de Dalton et de Berthollet qui prouvent la facilité avec laquelle les gaz se mènent, même dans les circonstances les plus défavorables au phénomène.

Les analyses faites de ces gaz renfermés dans ces diverses cavités sont peu nombreuses, et leurs résultats semblent contradictoires, lorsqu'on n'étudie pas les circonstances du fait. Ainsi les expériences de Priestley (2) et de Bidault de Villicrs (3), relatées dans la chimie de Thompson (4, p. 246), sont peu instructives; mais lorsqu'on relate les circonstances, on trouve qu'elles ont en

---

(1) Mém. sur la nature des fruits, p. 18.

(2) OEuv. 5, p. 279.

(3) Ann. de chim., 88, p. 89.

réalité tomes donné les mêmes résultats. J'en ai prouvé Pair des vessies du *fucus vesiculosus* (1) et des gousses du *colutea arborescens*, de *Vasclenas syriaca*, etc.; dans les unes et dans les autres je n'ai trouvé que de l'air atmosphérique, lorsque ces vessies avaient été exposées quelque temps à l'air; au contraire, en les immergeant sous l'eau à l'ombre, j'y ai trouvé une quantité de gaz acide carbonique d'autant plus grande, que l'immersion avait duré plus long-temps («ij, et même à la longue l'oxygène disparaît entièrement. Ingenhouz, avant moi, et M. Bérrard, après moi, ont obtenu un résultat analogue. Il est vraisemblable que dans ces circonstances l'oxygène de l'air se combine avec le carbone de la surface intérieure de la vésicule, comme il le fait avec la surface externe de la corce de la racine; mais lorsqu'on place des gousses vésiculeuses sous l'eau au soleil, le résultat est contraire au précédent. Ingenhouz avait remarqué. M. Thiod. de Saussure a vu que l'air des gousses de pois, exprimé immédiatement après les avoir détachées de la tige, contient 19,0 d'oxygène, 11,0 d'acide carbonique et 71,0 d'azote, tandis qu'après leur submersion sous l'eau de source au soleil, il contient 50 d'oxygène, 1 d'acide carbonique et 69 d'azote.

Il est quelques-unes de ces vessies qui servent à soutenir dans l'eau les plantes aquatiques comme de véritables vessies natatoires; c'est ce qu'on voit très-clairement dans le trapa, l'utricularia, le *lemna gibba*, et parmi les cryptogames dans les *fucus natans*, *vesiculosus*, etc.

(1) Bull. de la soc. philom., an VII. p. 171.

(a) DC, Aslragsil, p. 1;

On peut encore soupçonner que dans d'autres plantes aquatiques les cavités aériennes des pétiols ou des pédoncules des nymphées, des tiges des charophytes, des naïades, etc., servent à les soutenir dressés dans l'eau. On peut dire encore que les visières des boutons de fleurs servent à protéger le pollen contre l'action de l'eau ou de l'humidité. Mais & quo! servent les cavités du canal médullaire, les lacunes des liges des graminées ou des prêles non aquatiques, les cavités des péricarpes vésiculeux? C'est ce qu'il est difficile de dire sans s'écarter entièrement du cercle des faits observés.

---

## CHAPITRE XIV.

### *Tableau général de la nutrition des végétaux vasculaires.*

---

#### ARTICLE PREMIER.

##### *Tableau de la nutrition considérée dans son ensemble.*

Si nous cherchons maintenant à résumer les faits et les théories partielles que nous avons exposés dans les chapitres précédents, nous pourrions tenter de retracer ici un tableau abrégé de la nutrition des végétaux vasculaires.

Les spongioles des racines, par leur contractilité vitale, aidée par la capillarité et la force hygroscopique inhérentes à leur tissu, pompent l'eau ambiante avec les matières salines, organiques ou gazeuses, dont elle se trouve imprégnée.

Cette eau s'élève par le corps ligneux, et en particulier par les mats intercellulaires, jusqu'aux parties foliacées, par un effet vital manifesté principalement par la contractilité des cellules et peut-être celle des vaisseaux, secondée par l'hygroscopicité\* et la capillarité du tissu, par le vide qu'opère l'exhalaison, etc.

Elle arrive aux organes foliacés, applique verticalement par les feuilles et s'évapore en toute saison, mais sur-

l'oulat printemps, par l'enveloppe cellulaire; une grande partie s'exhale au dehors pendant le jour par les stomates à l'état d'eau pure, et laisse dans les organes où se fait cette exhalation, toutes les parties salines, notamment toutes les parties minérales qu'elle contenait.

La sève qui arrive dans les parties foliacées y est frappée par la lumière solaire, et au moyen de cet agent le gaz acide carbonique dissous dans la sève (soit qu'il provienne ou de l'eau pompée par les racines, ou de l'acide carbonique de l'air, ou de celui que l'oxygène de l'air a formé avec le carbone surabondant de la plante), se décompose pendant le jour; le carbone se fixe dans le végétal, et l'oxygène est rejeté au dehors sous forme de gaz.

Le résultat immédiat de cette opération paraît être la formation de la gomme qui est composée d'un atome d'eau et d'un atome de carbone, et qui est susceptible, par des modifications très-légères, de se changer en fécule, en sucre, en lignine, malifères dont la composition est presque semblable.

Le suc nourricier fourni par ces élaborations, et dont la gomme paraît être l'état le plus simple et le plus ordinaire, redescend des feuilles vers les racines pendant la nuit, le long de l'écorce et de l'aubier dans les oxigènes, le long du corps ligneux dans les endogènes.

Il rencontre sur sa route, surtout dans l'écorce et près de son origine, des glandes ou cellules glandulaires qui s'en imbibent et forment dans leur cavité des cellules spéciales, la plupart incapables de servir à la nutrition, et destinées à être rejetées au dehors ou transportées dans le tissu.

Il dépose sur sa route les matières nutritives qui, plus ou moins mêlées dans le corps ligneux avec la sève ascendante ou absorbées avec l'eau que l'enveloppe cellulaire aspire transversalement par les rayons médullaires, sont absorbées et élaborées par les cellules, et surtout par les cellules arrondies ou peu allongées.

Ce dépôt de matières nutritives, principalement composé de gomme, de fécule, de sucre, peut-être de lignine et quelquefois d'huile fixe, s'opère souvent dans des organes préparés & l'avance, où ces matières sont pompées plus tard servent ensuite & nourrir d'autres organes.

L'eau qui s'élève de la racine aux parties foliacées y arrive presque pure quand elle traverse rapidement des parties ligneuses dont les molécules sont peu solubles.

Celle, au contraire, qui traverse les lieux où se trouve beaucoup de tissu cellulaire arrondi, rempli de matières nutritives, y ralentit sa route, se mélange avec elles, les dissout; et lorsqu'elle est appelée au-dessus par la vitalité des parties qui se développent, elle y arrive, non plus à l'état d'eau pure, mais à l'état d'eau chargée de principes nutritifs. Le transport des sucs paraît s'effectuer essentiellement par les contacts intercellulaires. Les vaisseaux participant probablement à cette fonction dans certains cas, mais servent le plus souvent de conduits aériens.

Les cellules paraissent les organes vraiment actifs de la nutrition, ceux dans lesquels se passe la décomposition des sucs et leur assimilation. La cyclose est un phénomène qui ne semble bien lié qu'avec l'élaboration des sucs laiteux, et qui paraît déterminer par la contractilité vitale des parois des cellules ou des tubes.

Dans chaque cellule il se dépose en quantités variables, selon les espèces et les circonstances, des matières ligneuses ou autres qui tapissent les parois, et l'inégale épaisseur de cette couche paraît, d'après M. Mohl, la cause qui a fait croire à la perforation des cellules; les parties qui restent transparentes représentent sous le microscope l'apparence des pores.

Chaque cellule peut être considérée comme un corps qui travaille dans son intérieur; mais son action dans les vaisseaux vasculaires se lie à un ensemble d'organes de telle sorte, qu'une cellule ne représente point l'être entier, comme on peut le dire des cellules, toutes semblables entre elles, de certains végétaux cellulaires.

Il n'y a pas dans les vaisseaux de circulation véritablement analogue à celle des animaux; mais il y a ascension et descente alternative de la sève non élaborée, et du suc nourricier sou vent mêlé à la sève. Ces deux faits généraux sont peut-être déterminés par la contractilité des cellules encore jeunes, qui serait la véritable fonction vitale des plantes.

Il est facile de voir, d'après ce tableau de la nutrition des végétaux, que cette nutrition a des rapports assez prononcés avec celle des insectes. On suit, d'après St. Guvier, que, dans cette classe d'animaux les organes glandulaires sont représentés par des espèces de tubercules qui baignent dans le suc nourricier, et en tirent les matériaux nécessaires à leur existence; de même dans les végétaux, les cellules sont plus ou moins entourées par le suc gommé élaboré par les cellules, et glissant dans les matières intercellulaires, à peu près par *diminution* l'écoulement,

oil les cellules sont charges de la plupart des vraies s<sup>c</sup>cr<sup>^</sup>tions, m<sup>^</sup>lang<sup>6</sup> avec la lymphe ascendante dans le bois, oil les cellules forment le plus souvent des ma<sup>\*</sup>tiferes nutritives tr<sup>^</sup>es-peu diff<sup>^</sup>erentes du sue gommeux. Gette analogie avec les iisectes (d<sup>6</sup>j<sup>^</sup>& entrevue par Bazin (1) , mais d'apr<sup>^</sup>s des principes inexacts) deviendra plus claire , lorsque le r<sup>^</sup>le des vaisseaux aura <sup>6</sup>t<sup>6</sup> mieux appr<sup>^</sup>ci<sup>^</sup>é , et qu'on aura mieux constat<sup>6</sup> qu'ils servent & charrier Fair dans l'int<sup>6</sup>rieur du v<sup>6</sup>g<sup>^</sup>tal.

Les v<sup>6</sup>g<sup>^</sup>taux vasculair<sup>C</sup>s parasites font exception & ces lois g<sup>^</sup>n<sup>^</sup>rales, en ce qu'ils ne peuvent pas se procurer par eux-m<sup>^</sup>mes toute la nourriture dont ils ont besoin : les uns manquent de moyens d'absorption , les autres de moyens elaboration. Pour ne pas morceler ce que nous aurons à dire des parasites, nous renvoyons la discussion de ce qui les concerne au chap. XIV du livre 5, oil nous aurons à examiner Faction des v<sup>6</sup>g<sup>^</sup>taux les uns sur les autres.

Cherchons maintenant h appliquer ces donn<sup>^</sup>es g<sup>^</sup>n<sup>^</sup>rales , i<sup>o</sup> h l'histoire des ph<sup>^</sup>nom<sup>^</sup>es de la v<sup>6</sup>g<sup>^</sup>flation consid<sup>^</sup>r<sup>^</sup>ce dans sa marche annuelle; et 2<sup>o</sup> en particulier h la th<sup>^</sup>orie de Taccroissement, que nous avons Ai)h trait<sup>^</sup>e dans l'Organographie, en ce qui tient h la structure des organes, et quo nous ne traiterons par cons<sup>6</sup>quent que d'une mani<sup>^</sup>re abr<sup>^</sup>g<sup>^</sup>e.

---

(i) Des Plan les et de leur analogie avec les insectes, i vol. iu-8<sup>o</sup>, 1741.

## ARTICLE II.

*Tableau du développement considiré dans sa marche annuelle.*§. i. *Vegetation de Thiver.*

On ne peut pas dire que l'ascension de la sève soit nulle pendant l'hiver, mais elle y est beaucoup plus faible que dans le reste de l'année. Les preuves de cette absorption pendant l'hiver, qui ont été en partie bien développées par M. Perotli (i), se déduisent des faits suivans : 1° Les arbres verts, greffés sur ceux qui perdent leurs feuilles, en tirent évidemment de la sève, et celle-ci vient des racines; car, si on interrompt la communication, la branche perd. Le gui qui fleurit en hiver offre une preuve évidente de ce phénomène. 2° Si l'on coupe des branches d'arbres en hiver, et qu'on en mastique bien la coupe, elles perdent de leur poids (moins sans doute qu'en été) et finissent par périr. 3° Si on taille un arbre en automne, les bourgeons conservés grossissent davantage et se feuillent plus tôt au printemps, parce qu'ils reçoivent une proportion plus forte de nourriture. 4° Les bourgeons grandissent un peu pendant l'hiver; ce qui ne peut se faire sans la continuation d'un peu de mouvement vital. 5° Si on plante deux arbres semblables, l'un immédiatement après la chute des

---

(i) *Physiol. végét.*, p. 210.

feuilles, et l'autre en février, le premier pousse plus tôt au printemps, parce qu'il a eu plus de temps pour pomper quelques sucs. 6° Duhamel a observé que les arbres poussent leurs petites racines principalement pendant l'hiver; ce qui annonce encore une action vitale. 7° Mustel assure (i) que le bois coupé en hiver donne, quand on le brûle, plus d'eau que celui qu'on coupe en été. 8° Enfin, De Saussure a vu que la neige fond plus vite au pied des arbres vivans que près des arbres inorts; et Piclet et Maurice se sont assurés que la température interne du tronc d'un arbre en hiver est plus élevée que celle de l'air, et égale à celle de la zone de terre qu'occupent les racines: d'où on doit conclure que l'arbre absorbe un peu d'eau, qui le tient en équilibre de température avec le sol.

Il est donc certain qu'il s'élève un peu d'eau du terrain par les racines; mais de cette discussion même on doit conclure qu'il s'en élève bien peu. Les causes de cette ascension hivernale sont, d'un côté, la faiblesse des cellules des spongioles qui la poussent à l'écart, et surtout de l'autre, celle de l'enveloppe cellulaire de l'écorce qui résiste à l'eau. La vie de cette enveloppe est tellement nécessaire à cette ascension, que dès qu'elle cesse, l'arbre meurt en totalité. C'est à la verdure de ces cellules situées sous l'épiderme, qu'on reconnaît en hiver la vie d'un arbre; dès que la gelée paraît, elle devient brune, et alors l'arbre, s'il s'agit d'un gel partiel, ou la ligue s'il s'agit d'un gel général, sont mortes et incapables d'absorber aucun suc. Presque tout

(i) Traité de l'agriculture, i, p. 109.

ce qu'on a dit du rôle du liber peut s'appliquer & cette enveloppe cellulaire.

Il est des végétaux chez lesquels l'enveloppe cellulaire continue toute l'année le seul, ou tout au moins le principal agent qui détermine l'ascension de la sève : tels sont les cycas, le *genista juncea*, les cactus, les stapelia, les cynanchum sans feuilles, etc. Lorsque l'écorce a des stomates, ce qui est le cas dans les exemples que je viens de citer, alors elle joue en quelque sorte le rôle de feuilles, et pour absorber et puis exhaler; lorsqu'elle n'en a point, comme cela a lieu dans les jeunes pousses, et surtout dans les vieux troncs des arbres, l'écorce agit peu ou prou comme les fruits charnus : elle évapore très-peu; mais elle tend à absorber un peu d'eau.

Dans les arbres qui gardent leurs feuilles en hiver, l'absorption et l'évaporation continuent à s'exécuter, mais moins vivement qu'en été, soit parce que les causes excitantes externes, la chaleur et la lumière, ont diminué d'action, soit parce que les feuilles elles-mêmes ayant accumulé pendant l'été, sont encroûtées de carbone et de dépôts terreux qui ralentissent leur action.

#### §. J. Végétation du printemps.

À ce premier printemps il se passe deux phénomènes : 1° l'action de la chaleur du soleil se fait sentir sur l'écorce, et d'autant plus qu'elle est plus jeune : elle excite son action vitale, et celle-ci appelle elle-même la sève des racines. On reconnaît que l'élévation de la sève est ici par les faits suivans : si on fait entrer en hiver comme

l'a fait Mustel (i), et comme je Fai souvent **répété**, une branche d'arbre dans une serre, le tronc restant en dehors, cette branche, excisée par la chaleur, développe de suite ses bourgeons\*, ses feuilles et ses fleurs. Ce n'est pas de la serre qu'elle tire l'eau, car si on interrompt sa communication avec la racine, elle périt; et si, comme je l'ai fait on choisit un arbre 5 deux branches et à deux racines correspondantes, et qu'on adapte en terre une bouteille d'eau à chaque racine, on voit que celle qui correspond à la branche de la serre se vide promptement, tandis que l'autre reste sensiblement pleine. C'est donc l'action de la chaleur sur l'enveloppe cellulaire de l'écorce qui développe sa vitalité, et celle-ci agit jusque sur les racines, comme le font toutes les causes qui déterminent le jeu vital des parties foliacées. La chaleur de la terre a peu d'action sur ce phénomène, car la terre au mois de mars est, sauf sa surface, plus froide qu'au mois de novembre. Mais sa surface au printemps se réchauffe un peu : cette chaleur excite les bourgeons radicaux des plantes vivaces et détermine leur évolution.

Outre cette action de la chaleur atmosphérique, il se passe à la fin de l'hiver un second effet moins visible, mais très-important : le sol est plus chaud qu'il est au cœur de l'hiver; cette chaleur excite la vitalité des troncs et des racines qui se trouvent alors remplis de toute la nourriture accumulée pendant l'hiver précédente, et elle y fait développer vers la fin de l'hiver des racines nouvelles. Celles-ci qui ont la fraîcheur et l'activité de la

---

(i) Trails de la régulation, 2, p. 026.

jeuncscc , commencent à ngir et pompent riiumidite du sol.

Ainsi le r^vcil de la végétation s'ex^cute par le concours de deux causes : l'activhe des nouvelles racines qui pousse la sève à *tergo*, et l'actiyite de l'enveloppc cellulaire qui l'aspire. Cette sève, en arrivant aux parties foliac6es, y fait developper les bourgeons: elle se porte d\*abordsurceux du sommet des branches, soit peut-être parcc qu'elle marche plus facilement dans le sens rectiligne que latéra lenient, soit surtout parce que le bois et T^corce del'extrémité des branches etant plus hcrbacfs, les cellules y ont conserve une action vitale plus énergique. L'influcnce pr&pond&frante de cette dernière cause est manifeste par certains cas exceptionnels: ainsi le gincko et le m6lèze qui ont leurs branches de l'année 6galement *aoutées* d'un bout à l'autre, d^veloppent leurs bourgeons de bas en haut, tandis que dans tous les autres arbres revolution a lieu de haut en bas.

Mais quoiqué les deux causes que je viens de mentionner, la chaleur de l'air et l'action des racines nouvelles, soient les plus importantes, il y en a peut-être une troi-sifeme plus occulte à observer.

Les plantas poussent au printemps à une temperature quelquefois inférieure à celle de Tautomne; les bourgeons se d^veloppcnt au printemps sur les tuberculs conserves dans des caves oil la temperature ne varie point, ou sur des arbres gardes dans des serres 6galement chauffées à toutes les saisons. Lorsqu'une fois'cc r^veil des bourgeons et des spongioles a eu lieu, il continue même à une temperature inférieure et sans ralemissement sensible, comme MM. Mirbel et Chevreul

s'en sont assurés par l'expérience(i), et comme j'en citerai tout h P lieu re des exemples. Il y a donc dans ce phénomène une action vitale sp<sup>ci</sup>ale. D'un c6t6, les bourgeons ont tiré lentement pendant l'hiver une partie de la nourriture accuqiu6e auprfs d'eux, et sont par-& disposés h p<usser; de l'autr?, il est probable qu'une disposition périodique existe dans le tissu v&g6tal, et dispose aussi les spongioles h absorber des sues et les bourgeons h se d<sup>ve</sup>lopper. En fin, l'at plus ou moins avancé des bourgeons, déterminé par la v&g&tation de V&IA précédent, pourrait bien un pcu influencer sur le phinome.

A cetle 6poque de la v6g&ation vernalle, les spongioles, r<sup>ve</sup>ill<sup>es</sup> de leur 16lhargio, absorbent beaucoup d'eau sans action bien visible des parties supirieurs. Cclle eau, pous-&6ed tergo par leur action, s'&fve avec force par le corps ligneux. Si elley rencontre une solution de continuité, elle s'en &coule comme d'une fontaine: e'est ce qui forme l'<sup>ve</sup>coulement aqueux détermine dans la-vigne par la taille, et connu sous le nom de *pleurs de la vigne*. S'il n'existe pas de solution de continuity, celte Lymphes'&lfve moins vivement; elle a le temps de dissoudre une pnrlic des matiferes nutritives d<sup>pos</sup>ées dans In tige ou la racine; elle s'<sup>ve</sup> aux bourgeons, et les développe par P'effct de cette eau charg<sup>e</sup> de nourriture : plus la quantilé de matures nutritives d<sup>pos</sup>ies est considérable, phis ks premiers jets qui se d<sup>ve</sup>loppent sont vigoureux. Quand une mauvaise ann<sup>s</sup> antic<sup>d</sup>ente en a riduit la quantity la \&fg&

---

(i) Mirbel, Pliysiologie végétale, i f p. >n.

lation du printemps est plus faible. Ainsi, une végétation vigoureuse dans l'été prépare les végétaux à mieux résister au froid parce qu'ils ont plus de lignine, et à pousser vigoureusement au printemps parce qu'ils ont plus de nourriture déposée. Les effets inverses sont produits par une végétation languissante. Ces causes antérieures modifient quelquefois les effets de la température du printemps, de telle sorte que les printemps qui réunissent les conditions les plus favorables ne font pas autant de bien qu'on pourrait le croire, s'ils succèdent à une mauvaise année, ni ceux qui paraissent nuire ne font autant de mal s'ils succèdent à une bonne.

Le développement des bourgeons, paraissant en général soumis à la température, doit varier avec elle, selon les annexes, entre certaines limites et d'après certaines combinaisons de causes encore peu exactement appréciées. Pour donner une idée de ces variations et de l'impossibilité de les rapporter à quelque loi unique, je transcrirai ici les notes de la sortie des feuilles de deux marronniers de la promenade de la Treille & Genève, qui ont été tenues par deux hommes très-exacts et fort bien placés pour cette observation, MM. Rigaud-Marlin et Theodore Paul (le premier pendant 23 ans, le second pendant 14 ans), chacun d'eux sur un arbre déterminé, et en notant toujours la première apparition des feuilles hors du bourgeon, (ces notes, qu'ils ont bien voulu me communiquer, sont le sujet du tableau ci-joint.

Il résulte de ce tableau que pour l'arbre A, sur 23 années observées par M. Rigaud, les extrêmes ont été l'année 1822, où l'involution a eu lieu le 22 mars, et l'année 1816, où elle a eu lieu le 22 avril; ce qui donne 31 jours d'e-

cart, et porte la moyenne de révolution au 7 avril, soit, pour parler plus exactement, *h* cause des années bissextiles, au 97<sup>c</sup> jour après le 1<sup>er</sup> Janvier. Le marronnier B, observe 14 ans par M. Theodore Paul, donne la moyenne au 93<sup>e</sup> jour après le 1<sup>er</sup> Janvier. Si Ton prend cette moyenne non par les extremes, mais sur la totalité des chiffres, on trouve que celle du marronnier A est au 98<sup>o</sup> jour de l'ann<sup>e</sup>, et celle du marronnier B au 92\*. Les deux marronniers se sont en g<sup>en</sup>ral peu écart<sup>s</sup> Tun de l'autre dans leur d<sup>e</sup>veloppement, sauf dans l'année 1818, où la différence a ét<sup>e</sup> de 3 jours. Cette difference m'a paru si énorme que j'ai retranché cette année des tableaux suivans, dans la crainte de quelque erreur d'observation. Les notes de M. Paul m'étant parvenues les premières, e'est sur elles seulement que j'ai dressé les tableaux B et G, en retranchant cette année 1818 par le motif indiqué. Je ne les ai pas étendues aux années de 1808 à 1817, parcequ'en n'ayant qu'une observation, je n'avais aucun contrôle de son exactitude: je me suis donc borné à la comparaison de 13 ans qui m'a paru suffisante pour l'importance un peu secondaire de l'objet.

J'ai dressé les tableaux B et C d'après les tables météorologiques de la *Bibliothèque universelle*; mais je dois remarquer que ces tables ne sont pas rigoureusement comparables entre elles. Elles se divisent en trois séries. Dans la première, qui comprend les années 1819, 20 et 21, l'observation se faisait dans un lieu plus élevé, plus sec et plus chaud que dans les quatre années suivantes, et on ne consignait que celles du lever du soleil, comme minimum, et de deux heures après midi comme maximum. Dans la seconde, qui comprend les années

1822, 23, 24<sup>et</sup> & 59<sup>es</sup> observations se faisaient dans un lieu plus bas, plus humide et plus froid, et se notaient comme ci-dessus. Dans la troisième qui comprend les six dernières années, l'observation s'est faite dans un lieu plus haut, plus sec et plus froid; on y marquait la température de neuf heures du matin et de trois heures de l'après-midi. Dans les deux premières périodes, j'ai estimé la moyenne de la journée, en prenant la moyenne entre les deux observations. Dans la troisième, j'ai pris la température de neuf heures du matin, comme la moyenne des vingt-quatre heures.

Le tableau B est destiné à apprécier l'influence des circonstances atmosphériques du printemps même 06 se fait l'involution.

Adanson avait admis que l'involution des bourgeons (Hait déterminée par le nombre des degrés de chaleur moyenne diurne qui s'étaient accumulés depuis le commencement de l'année. La première colonne de ce tableau est destinée à vérifier cette opinion. Il suffit d'y jeter les yeux pour voir que cet élément isolé ne décide pas la question: en effet, cette somme varie de 172 à 313, dans les années où la différence d'involution n'a été que de cinq jours, et ne suit d'ailleurs aucun ordre: j'ai voulu savoir si en retranchant de cette somme les degrés de froid, on obtiendrait un résultat plus vrai; la seconde colonne démontre qu'ils sont encore plus inexacts. Enfin on s'écartera peut-être un peu moins de la vérité, en supputant les degrés de chaleur seulement depuis le jour où la moyenne diurne a été au-dessus de zéro: encore trouve-t-on que cette somme a été de 48° en 1831, et de 227 en 182). Je crois que sous quel point de vue

qu'on veuille envisager l'hypothèse d'Adanson, elle n'est pas conforme aux faits.

L'observation populaire semble (Stabler) que la température du mois ou *ies* jours qui précèdent immédiatement révolution, est celle qui influe le plus sur le phénomène, et cette observation est fortement confirmée par le développement rapide que présentent les bourgeons d'une branche introduite pendant l'hiver dans une serre chaude. Pour vérifier cette influence, j'ai cherché dans les 4%, 5%, 6%  $y^e$  et 3<sup>c</sup> colonnes, les degrés de chaleur moyenne des 5, 10, 15, 20 et 50 jours qui ont précédé révolution (celui-ci compris).

La chaleur moyenne des cinq jours les plus voisins du phénomène a varié de 4,68 h 9,96; celle des dix jours voisins, de 3,91 h 8,15, dans deux années où l'involution a eu lieu le même jour : celle des quinze jours qui précèdent a varié de 4,78 h 6,99 ; celle des vingt jours a varié de 4,08 h 6,95 dans deux années semblables, quant au résultat; en fin celle du mois qui précède l'involution a varié de 5,10 h 6,72.

Il n'arrive ni quelque résultat plus plausible en comparant les moyennes de six années précoces comparées aux six années tardives, savoir :

	Aon. précoces.	Auo. tardives.
Moyennes 5 jours . . . . .	6,81	7,39
— des 10 jours.* . . . .	5,85	6,32
— des 15 jours . . . . .	5,85	5,84
— des 20 jours . . . . .	5,74	4,77
— des 50 jours . . . . .*	5,14	4,11

D'où l'on peut tirer les deux conclusions suivantes :  
 1° révolution a lieu en général lorsque la moyenne de

quinze jours consécutifs à 66 d'environ 5,84° R. 2<sup>o</sup> Dans les années précoces, la température du mois entier qui précède révolution s'écarte peu de cette moyenne; dans les années tardives, la moyenne du commencement de ce mois est fort au-dessous, et celle de la fin, sensiblement au-dessus, de manière à établir une compensation. Si ces résultats donnent quelque idée de la moyenne du phénomène, Us sont loin d'en expliquer les détails; ainsi, par exemple, on a peine à comprendre pourquoi dans l'année 1826 révolution a eu lieu à une température si inférieure à celle de 1800, 31, 27, 29, etc., à ce point que, dans ces dernières années, il y avait depuis un mois une température supérieure à celle où révolution a eu lieu en 1826.

J'ai voulu tenter d'apprécier l'effet des rayons directs du soleil; et au milieu de beaucoup d'anomalies relatées dans les colonnes 9, 10, 11 et 12, qui indiquent le nombre des jours clairs, je suis frappé de ce fait, que l'année où révolution a exigé le moins de chaleur est celle où il n'y a eu qu'un seul jour clair dans les dix jours qui ont précédé le phénomène, tandis que l'année 1825, qui est une de celles où révolution a requis le plus de chaleur, a eu vingt-trois jours clairs sur le mois qui l'a précédé. On sait bien que dans les jours clairs le rayonnement emporte beaucoup de calorique, et rafraîchit ainsi la surface du sol pendant la nuit; mais il me semble de quelque intérêt de voir que ce refroidissement de la nuit semble plus grand sur les arbres, que le réchauffement produit pendant le jour par les rayons directs du soleil. Cependant le degré d'humidité pourrait bien influencer aussi sur ce résultat.

Les quantités de pluie relatives aux colonnes 13, 14, 15 et 16, ont offert une foule d'anomalies : cependant je dois noter quedes deux années 1826 et 1830, où l'évolution s'est faite dans le même nombre de jours, la première qui a exigé peu de chaleur, a eu une pluie de quatre lignes dans les jours qui ont immédiatement précédé; et la seconde, qui a exigé beaucoup de chaleur, n'oyait point eu de pluie dans les dix jours qui ont précédé révolution. On peut faire les mêmes comparaisons entre les années 1825, 1835 et 1828. D'où j'ai pu conclure que l'humidité du sol et de l'air favorise le développement des bourgeons. Ce résultat est conforme à l'observation populaire qui a fait désigner sous le nom de *vents feuillus* les vents chauds et humides du printemps.

Après avoir épuisé toutes les considérations que j'ai pu déduire des observations vernalles, j'ai voulu savoir si les mois antérieurs avaient quelque action.

Les mois d'hiver en ont évidemment peu, si on prend les moyennes, car les six années précoces offrent une moyenne des quatre mois de novembre, décembre Janvier et Février = 2,30, et les six tardives = 2,29. On comprend en effet que dès que la végétation est interrompue, il importe peu au végétal que ce soit par un froid de 5 ou de 10 degrés. On arriverait probablement à un résultat plus réel, si on pouvait calculer la durée de la gelée; mais les tables météorologiques qui sont à ma disposition pour cette période ne donnent cet élément que d'une manière imparfaite. Je noterai seulement ici que l'année 1830, où l'on a vu des quatre mois cités à l'ité de —1,92, a compensé cet accident par une continuité et

une intensity remarquables dans la chaleur du mois de mars, et que la même chose a eu lieu dans les années 1827 et 1831, où la moyenne des mois de suspension a été au-dessous de -1, mais où la chaleur du mois qui a précédé l'involution a été forte. Ces faits tendent à confirmer l'opinion que la végétation est loin d'être totalement suspendue en hiver.

Enfin la température des quatre mois d'été, pendant lesquels le bourgeon du printemps suivant se prépare, a-t-elle une influence sur son développement ? On est tenté de le croire en comparant, par exemple, Tannock In plus précoce, où la moyenne des quatre mois d'été est 51,24, avec la plus tardive où elle ne va qu'à 40,3. Mais il y a trop d'anomalies dans ces années intermédiaires pour que j'ose donner de l'importance à cet élément, quoique en théorie je le croie digne de quelque attention, au moins pour les arbres délicats.

Je crois pouvoir conclure de ces données, 1° que le phénomène de révolution vernal des bourgeons n'est pas dû à une cause unique; 2° que pour le marronnier on n'a lieu de s'attendre que lorsque la température moyenne des quinze jours constants est d'environ 5,84° R.; 3° qu'il faut une température plus élevée pour déterminer révolution, quand le temps est clair que quand il est couvert, quand le sol est sec que quand il est modérément humide; 4° 1<sup>re</sup> lorsque les gelées d'hiver ont été longues et continues, il faut plus de chaleur au printemps pour déterminer révolution; 5° il est probable que, surtout pour les arbres délicats, révolution s'exécute bien plus tôt, et surtout un peu mieux, quand la température de l'été précédent a été assez chaude pour bien

aofeter le Lois dps brandies; 6\* qu'eufm chaque eap& ce a tesain d\*unecerlaine moyenuc de chalur déterminée par sn **ntsceptiLiljt^**.**propr^**, <U go; **explkptfl** I7\*poque diverse do four Evolution; mai> que cette estimatioa no peul j>as sVlaLlir seuleincal **sor** fa simple sujijuiUtioi dos degnfc tit\* clialciu\* ijiti opt au littu drjuuis le i<sup>Cf</sup> Janvier, ot qn'rllr exige des calculs plus compliqués,

Ji scrntl a d^sircr qu on piit avoir des tables aagloguea h cofjeideMM. Rigaiidt't Paul, sur IV-valnlion des feuillos <◊! dt'5 firmirs di: divurs \v^t£iii\ prfcocea ei tardif\*, oli-sei vrs daith Ir mt'uiP itt'U , pins ddits dos lieux (litlVi'i-iis. L«s \*>Wcryntions publies **jtuqu'ici** oul **dl4 faites surloul** dnus **le** but dt\* r^aoudre des **que^ions g^ographique** s , t and is qu'U importent il'avoir d'JS WTIIIS *de* plusiiturs ann;/rs Mir |p> **m^mei** indiviflns pour **debtrer** U qursiimi phYsiologique,

Ini' kiiis qao les bourgrons SOHL d<v<:lop|^ «t Jcs *feuilles* **éplic^** , cf'lloh-ci, esicnic^k'uicnL toiupo^les de, i.i'lluIrN j>iiiM ^ «t vivauU\*\*\* corumencunt mj&U<L h ab-Mirfcr la'sute\* cotnmo J« I'ai (JecrilpJusiuul. L'oh^rvn-liori jourrmlijn>\_r^l hi Lk&>ru' quo coulii;30 rcxpience *plun* direclc de W, Savi\_F prwucui qur lt>r **action**, très-forte au printemps, vn eu dijuinu^ut yen h iin *xh* V6W-. Dans, quelques arbres , il su }asse a to^fi Ir |ilirii\*ililfelto connu M>Ui It\* until (b^ sire iftifKr", i-l (j(JV M. Vruicl^r rt birniLudic (i).

(1) Mém. sur la sève d'août, dans ceux de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, vol. I, part. II, p. 285.

Les arbres les plus printaniers, et ceux dont la végétation est la plus active, y sont les plus sujets: tel est, par exemple, au plus haut degré le peuplier d'Italie. Son absorption est très-active, d'où il résulte qu'après quelques mois d'existence ses feuilles sont encroûtées d'une quantité de terre et de carbone considérable: alors le bourgeon inaperçu, situé à leur aisselle, devient plus actif que la feuille elle-même; il absorbe de la sève, tandis que la feuille cesse de le faire en tout ou partie. Si cet effet avait eu lieu à la fin de l'automne, comme c'est le cas pour les arbres tardifs, la feuille serait tombée, et le bourgeon, non excité par la chaleur, serait resté stationnaire jusqu'au printemps; mais au mois d'août il y a encore assez de chaleur pour déterminer sa pousse. Cette sève d'août est donc un phénomène naturel analogue au développement des bourgeons dans les mûriers effeuillés au printemps. La jeune pousse qui se développe alors provient du bourgeon le plus près du sommet, parce que c'est la partie de la branche qui est restée la plus herbacée, et elle ne fait que continuer la branche sans ramification. On la reconnaît de loin au mois d'octobre sur le peuplier, parce qu'elle y porte des feuilles vertes, tandis qu'elles sont déjà jaunes au-dessous. Souvent à la fin d'octobre toutes les feuilles du printemps sont tombées et celles d'août sont encore vertes au bout des branches. Ces jeunes pousses du mois d'août n'ont pas le temps de prendre beaucoup de solidité; d'où résulte que, s'il s'agit d'arbres délicats, elles gèlent plus facilement en hiver, et s'il s'agit d'arbres robustes, elles ne peuvent pousser si vite au printemps, parce qu'elles ont été plus vite excitées: ainsi, la sève d'août

n'a lieu quo sur les arbres printaniers, ei tend elle-même h les rendre printaniers.

§. 4» Végétation de l'auloine.

Enfin, pour achever ce tableau de la v6g6iation annuelle, les feuilles finissent par s'encroûter par suite du passage continu des sues charges de mati6res terreuses et charbonneuses; elles cessent peu h peu leurs fonctions, aspirent peu el exhalent peu d'eau, et meurent. Alors, comme je l'ai expose ailleurs (1) , si elles sont articul6es, elles toipent; si elles sont continues , elles se destruisent par les intemp6ries de l'air. Dans Tun et l'autre cas , elles cessent compl6t6ment d'attirer la s6ve. La coloration en jaune ou en rouge qu'un grand nombre de feuilles pr6sentent avant leur mort, est un des ph6nom6nes remarquables de la v6g6tation automnale , et que nous examinerons plus tard (liv. IV, chap. 8 ) , en parlant de la coloration en g6n6ral.

Le moment qui succ6de à la chute des feuilles est celui oil commence le soumicil de H6ver : il n'y a plus de cause d'absorption a6rieuse , autre que l'action de Penveloppe cellulaire, et les racines qui n'ont pas encore pouss6 I cours jeunes radicelles sont à l'6poque de leur moindre activity. C'est h cause de la r6union de ces circonstances que cette 6poque est la plus favorable h la transplantation. Pendant la pr6sence des feuilles, l'intrins6c de r6vaporation nuit aux arbres transplant6s , dont les racines absorbent peu. Au printemps, si les

---

(1) Or^anogr. v6g. , 1 , p. 355.

nouvelles radicales sont déjà nées, on risque de les endommager. Ainsi, l'intervalle entre la chute des feuilles et la naissance des radicales est, par la théorie comme par l'expérience, le moment propice pour la transplantation.

### ARTICLE III.

#### *Tableau de la nutrition, considérée dans son influence sur l'accrèissement.*

##### §. i. Accroissement en longueur.

Dès que le bourgeon commence à se développer, on reconnaît qu'il est formé par un axe d'abord très-court, chargé d'un nombre donné d'organes appendiculaire. Les plus extérieurs, quand l'axe est très-court, allés par le contact de l'air, forment les Replis du bourgeon, et graduellement on les voit se changer en de véritables feuilles. L'axe commence à s'allonger par l'effet de la sève ascendante, aqueuse, ou un peu chargée de nourriture, qu'elle a dissoute en route; les feuilles s'écartent les unes des autres d'une quantité à peu près égale; ce qui prouve que le jet croît dans toute sa longueur. Les feuilles commencent alors à exécuter leurs fonctions; elles exhalent Teau surabondante, décomposent le gaz acide carbonique, et déterminent la formation d'un sue nourricier descendant. Il s'établit alors dans chaque jet une lutte entre deux effets contradictoires : la sève ascendante qui, appelée de bas en haut par l'action vitale, tend à exciter l'allongement du jet,

d'autant plus vivement que, contenant peu de matière nutritive, elle ne tend point à solidifier le tissu; et la sève descendante, qui, d<sup>^</sup>posant sur la route des matières nutritives propres à former de la lignine, tend à solidifier le jet et à arrêter son allongement; ce qui a toujours lieu à la fin de l'année au plus tard. La longueur que chaque jet prend dans un temps donné résulte de l'équilibre de ces deux forces contraires : augmentez-vous beaucoup le premier effet, comme cela a lieu dans les plantes qui sont placées de manière à absorber beaucoup d'eau, ou diminuez-vous beaucoup le second, comme cela arrive pour celles qui vivent à l'obscurité totale, alors vous obtenez les jets extraordinairement allongés et herbacés des saules-plaqueurs, ou des plantes <Hioles, ou des lins dits à ramier, cultivés pour faire le fil le plus fin de la Flandre, etc., etc. Au contraire, diminuez la quantité d'eau que la plante peut absorber, exposez-la en même temps aux causes qui accroissent la fixation du carbone, alors vous obtenez des jets courts, ligneux et trapus, comme on les voit dans les lieux très-secs et très-clairés des pays méditerranéens ou des hautes montagnes. La disposition de certains rameaux à fleurir paraît tenir à cette dernière classe de circonstances. On voit bien qu'une nourriture trop aqueuse dispose les rameaux à s'allonger chargés de feuilles, et qu'<sup>^</sup>un aliment moins aqueux les dispose à transformer leurs feuilles supérieures en pièces florales; mais la cause directe de ce pliétisme<sup>N</sup> ne est encore certaine d'obscurité. Ces considérations servent pour comprendre les différences d'allongement des individus d'une même espèce. Lorsque l'on s'agit des espèces comparées

entre elles, d'autres combinaisons modifient cette loi générale. Les principales sont les suivantes :

1<sup>o</sup>. Les végétaux qui tendent à former dans leur tissu une plus grande quantité de lignine dans un temps donné ont plus vite cet état d'endurcissement qui arrête l'élongation: aussi voit-on que la lenteur de l'allongement de chaque arbre est sensiblement en rapport avec la quantité de carbone qu'il brûle à la combustion. Les herbes vivaces diffèrent des arbres par la petite quantité de lignine qui se trouve dans leur tissu cellulaire; mais la plus grande partie du suc nourricier se dépose sous forme de gomme, de fécule ou de sucre, dans leurs parties radicales, et sert sous cette forme à la nutrition des jets de l'année suivante.

2<sup>o</sup>. Le bourgeon terminal de chaque jet tend à devenir en général le plus actif, soit parce que la sève ascendante trouve moins d'obstacle & se dirige dans une direction rectiligne, soit parce que la partie supérieure, recevant le suc d'un moins grand nombre de feuilles, combine moins de carbone, conserve plus long-temps sa mollesse ou sa fraîcheur, et reste par conséquent plus excitable et pour ainsi dire plus vivante. Après le bourgeon terminal, ce sont les bourgeons supérieurs qui participent le plus à cette faculté, laquelle va en diminuant jusqu'aux bourgeons inférieurs. Les arbres diffèrent beaucoup entre eux par le nombre des bourgeons de chaque pousse susceptibles de se développer; s'il n'y en a qu'un, il reçoit toute l'eau absorbée, et s'allonge beaucoup; s'il y en a plusieurs, la sève se partage entre eux, l'élément est moins sensible dans chacun d'eux, et l'arbre devient plus raide. #

3°. Les jets des mêmes espèces, ou des espèces analogues, comparés entre elles, s'allongent d'autant plus vite (tout étant d'ailleurs égal) que l'eau qu'elles aspirent traverse des dépôts de nourriture plus abondants, et peuvent se charger d'une plus grande quantité d'aliments : c'est ce qui explique l'allongement rapide des liges annuelles, des plantes vivaces à grosses racines, des plantes bulbeuses, des plantes tuberculeuses, etc.

4°. Les jets des tiges volubiles ou grimpantes sont en général au nombre de ceux qui s'allongent avec le plus de vivacité, ou peut-être ces tiges ne sont-elles volubiles ou grimpantes qu'à cause de la rapidité de leur Elongation qui empêche leur solidification. Ainsi, chacun sait que la lige de houblon filtrait, lorsqu'elle est déroulée, jusqu'à 50 ou 40 pieds en quatre mois ; celle du cobaea en atteint jusqu'à 500 dans le même temps ; et parmi les végétaux ligneux, on voit des ceps de vigne cultivés en espalier ou en treille, s'étendre jusqu'à 15 ou 20 pieds de longueur en quatre mois.

5°. Enfin chaque espèce a une tendance déterminée à fleurir plus ou moins vite, dont nous ne pouvons nous rendre aucune raison, qui se lie à son existence. Ce serait un sujet curieux que l'examen comparatif de l'allongement des divers végétaux comparés entre eux ; mais je ne connais aucun travail sur ce point de physiologie botanique qui puisse l'éclaircir suffisamment.

L'influence des agents extérieurs sur l'accroissement en longueur des jets a été jusqu'ici peu étudiée ; en général, on sent qu'il est favorisé par la chaleur et par l'humidité ; mais les détails du phénomène mériteraient des recherches détaillées, etc. sur quelques espèces, *id est* que *Va gave fœlida* et

*YA. americana* où cet accroissement est très-prompt, seraient singulièrement favorables & ces recherches. Peut-être pourrait-on, comme feu M. F. W. re Picot l'avait proposé (1), adapter un mécanisme pour mesurer et multiplier l'allongement d'une branche de manière à apprécier à l'œil les moindres modifications. M. Ernest Meyer a fait sur ce sujet quelques observations intéressantes: il a d'abord examiné (2) l'accroissement de la hampe d'*amaryllis belladonna*, qui, par sa rapidité, est facile à observer, et où la bulbe offre une base fixe pour la mesurer: il a trouvé que pendant le jour, c'est-à-dire de 6 heures du matin à 6 heures du soir, elle croît presque le double que dans la nuit, soit de 6 heures du soir à 6 heures du matin.

Il a ensuite observé (3) l'accroissement des graminées sur des pieds d'orge et de froment. Au milieu d'un grand nombre d'irrégularités qu'il ne peut rapporter directement à aucune des circonstances extérieures agissant actuellement sur le végétal, il croit pouvoir déduire les résultats suivants: 1° l'accroissement est plus accéléré de jour que de nuit; 2° il est plus rapide de 8 heures du matin à 3 heures de l'après-midi que dans le même espace de temps à d'autres heures; 3° chaque plante présente par jour deux périodes d'accélération et deux périodes de ralentissement dans son elongation: la 1<sup>re</sup> se rencontre entre 8 et 10 heures du matin; la 2<sup>e</sup> entre midi et 4 heures. De ces faits il semble tenté de conclure que

(1) L'Année de 1818. —

(2) Act. soc. horlic. de Berlin, 1848.

(3) *Linnaea*, 1849, p. 98; Bibliolh. univ., 1829, p. 192.

la périodicité des oscillations dépend de la vitalité, et leur intensité des circonstances extérieures.

M. Mulder(i) a fait des observations analogues sur l'allongement des feuilles de *Yurania speciosa* et sur les bouillons du *cereus grandiflorus*. Au milieu d'un grand nombre d'anomalies il conclut des observations sur les feuilles d'urania que, 1°. vers le midi il y a le plus souvent suspension de l'allongement qui a commencé vers 11 heures. Quand cette suspension a lieu, c'est avec une température ascendante; quand l'allongement se continue de 11 & 4 heures sans interruption, il est faible et la température est en baisse. 2° En général, l'élongation n'a pas lieu ou est faible quand la lumière solaire et la chaleur sont très-intenses. 3° L'allongement est moins rapide du matin à midi qu'il ne l'est de midi au soir, et va souvent en augmentant vers minuit.

Quant au bouton de cierge, il arrive, 1° pendant la nuit il y a suspension totale ou presque totale d'élongation. 2° Pendant le jour, il a le plus souvent lieu à midi, et en général sous l'influence de la lumière et de la chaleur. 3° Le plus grand accroissement nocturne a eu lieu la nuit, qui a précédé l'épanouissement. 4° Il y a eu dans la journée qui précède deux heures de suspension totale d'élongation.

Il serait intéressant de répéter et surtout de varier ces expériences sur différentes classes de végétaux exogènes et endogènes, ligneux et herbacés, annuels et vivaces, plus ou moins munis de nourriture préparée à l'avance.

---

(i) By dr. lot tie nalusrk. vetenjeh, is'9, j. a5i cl 4<sup>2</sup>° J Bull. sc. nat. > ai, p, 261.

vance , etc. Il faudrait avoir soin dans ces expériences, 1° de bien distinguer les organes entre eux afin de ne comparer que des objets réellement comparables, et 2° d'éviter les cas évidemment exceptionnels pour étudier d'abord la végétation dans sa marche ordinaire.

Si Ton considère le mode même de T'élongation de chaque organe, comme nous l'avons fait déjà dans l'Organographic, on arrive aux lois suivantes, et que nous ne ferons que rapporter ici.

1° Les racines s'allongent indéfiniment par leur extrémité seulement.

2° Les tiges s'allongent pendant un temps déterminé (ordinairement un an) dans la longueur totale de la partie développée dans cette période.

3° Les feuilles s'allongent essentiellement par leur partie inférieure ou la partie inférieure de chacun de leurs lobes.

4° Les organes floraux n'étant que des feuilles modifiées, commencent à se développer par les sommets, et leur élongation se continue par les parties inférieures. Ce fait est surtout visible dans les étamines, où les anthères sont formées les premières ; mais dans les pistils, l'ovaire et le stigmate se développent les premiers, et le style s'allonge ensuite , de sorte que plusieurs stigmates sont sessiles dans leur jeunesse (i).

#### §. 2. Accroissement en diamètre.

Les jets annuels des arbres ne commencent à croître

---

(i) F.-P. Cassel, Ann. des sc<sup>s</sup> et arts. Bruxelles , août 1818 ^  
p. 122\*

en épaisseur qu'après avoir cru en longueur, et lorsque l'action des feuilles commence à former une certaine quantité de sève nourricière. Ce sève redescend dans l'aubier et dans le liber; il y nourrit les cellules naissantes qui sont à la surface externe du premier, et à la face interne du second. Ces cellules, dans leur jeunesse, douées de l'excitabilité propre aux jeunes tissus, absorbent l'eau charriée autour d'eux dans les vides intercellulaires, et principalement par les rayons médullaires, s'en imbibent, ainsi que de la gomme produite par les feuilles, et forment ainsi cette matière demi-liquide et demi-organisée qu'on nomme *cambium* : on dit alors que l'arbre est *en sève*. Peu à peu ces cellules se solidifient: elles reçoivent bien encore dans le reste de l'année un peu d'eau et de sève nourricière; mais ces cellules matures sont moins visibles, et se transforment graduellement en lignine, qui tend encore à accroître leur solidité. Ces mêmes matières, s'écoulent dans l'aubier, accroissent sa solidité, et le transforment en bois parfait.

La formation du cambium ne se borne pas aux jets de l'année; elle continue à s'exécuter indéfiniment aux surfaces en contact du liber et de l'aubier dans toute la longueur du végétal exogène, et est déterminée partout également par l'eau apportée des racines et les sèves nourricières qui descendent des feuilles. C'est là ce qui détermine l'accroissement indéfini du diamètre du corps ligneux des exogènes.

Celui des endogènes a un diamètre fixe, parce que les nouvelles productions s'y forment à l'intérieur, et que les extérieures s'y solidifient à un terme déterminé.

Je ne fais que rappeler ici ces faits généraux dont j'ai

**exposé** le mécanisme , soit dans l'Organographie (liv. 2 , chap. I), soit dans la Physiologie (liv. 2, chap. IV).

La diversité de l'accroissement en diamètre des individus d'une espèce tient à la quantité de matière nutritive que les feuilles lui fournissent : d'où résulte que, dans la même espèce, cet accroissement est sensiblement en rapport avec le nombre des feuilles et l'énergie de leur action. La diversité qu'on remarque entre les espèces différentes tient à cette même cause , modifiée par la disposition spéciale de l'espèce à avoir des cellules plus grandes et moins remplies de lignine, ou plus petites et mieux remplies; d'où résulte que l'accroissement en diamètre d'un arbre exogène est, en général, en raison inverse de sa dureté et de sa solidité. On peut remarquer encore que les causes qui favorisent beaucoup l'élongation tendent, lorsqu'elles agissent seules, à retarder l'accroissement en diamètre ou la solidité; car la même quantité de matière nutritive étant formée par les feuilles, doit se distribuer sur une plus grande longueur.



## CHAPITRE XV.

### *De la Nutrition des végétaux cellulaires.*

Les végétaux cellulaires diffèrent des vasculaires sous deux rapports principaux : ils n'ont point de vaisseaux ni de trachées; leurs fibres (si on peut leur donner ce nom) ne sont composées que de cellules filiformes, et sont comparables aux fibres ligneuses circonstance d'où M. C. Schultz a tiré le nom d'*axylcs* qu'il donne à ces plantes. La direction des cellules longues (lorsqu'elles existent) détermine la direction de l'écoulement de la sève. **Exemple.** — La sève monte par les cellules longues, et se transmet aux feuilles dans la direction longitudinale déterminée par les cellules longues. Telles sont encore les liges ou péduncules des champignons à chapeau, qui reçoivent la sève par leur base, et la transmettent à la partie supérieure. Dans ce cas, la direction de la sève est un peu modifiée; mais dans un plus grand nombre de plantes cellulaires, l'absorption de l'eau se fait indifféremment, et se fait par tous les points de la surface : ainsi, les algues, par exemple, absorbent l'eau par toute leur superficie. Dans les lichens (i), il y a quelques directions déterminées, mais

(i) DC. Mém. sur la nutr. des lichens; Journ. de phys., 1798.

peut-être en partie par des causes mécaniques, telles que la courbure de feuilles ou la présence de certains suçoirs. Plusieurs champignons paraissent pomper par la superficie entière : telles sont les truffes; quelques-uns par des espèces de fibrilles radicales. Dans tous ces cas, et même dans ceux que j'ai cités plus haut, l'absorption est loin d'être opérée que par un point déterminé, et une grande partie de la surface est douée de cette faculté. Plus l'absorption s'opère par un grand espace, plus l'espèce est dépourvue de la faculté de s'élever verticalement. Dans les végétaux cellulaires qui absorbent de partout, les cellules sont la plupart arrondies, et les cellules allongées indiquent toujours que les sucs ont une direction déterminée. Il est certaines cryptogames chez lesquelles l'absence de toute marche dans les sucs est très-remarquable. Ainsi, si l'on plonge dans l'eau la moitié d'une algue, on voit cette moitié pousser et vivre pour elle, tandis que la partie qui est hors de l'eau se dessèche et meurt.

Les eaux colorées ne pénètrent pas dans le tissu des plantes cellulaires, qui pompent par leur surface entière; il en monte un peu dans les champignons à tige longitudinale; mais elle y pénètre d'une manière singulière et en faible quantité.

2°. Les végétaux cellulaires sont tous dépourvus de stomates; ils ne peuvent donc exhaler l'eau surabondante que comme les fruits charnus des vasculaires, c'est-à-dire d'une manière lente, graduelle, peu sensible, et probablement par un simple effet de la porosité des membranes. L'absence d'exhalaison détermine la lenteur de l'absorption: celle-ci, en effet, ne doit appeler l'attention

le végétal que l'eau qui peut s'y incorporer, puisque celle qui serait surabondante n'aurait aucune issue. La petite quantité d'eau qui entre et sort des végétaux cellulaires fait qu'à durée égale ils doivent contenir beaucoup moins de matières salines terreuses ou alcalines et d'oxydes métalliques, que les végétaux ordinaires. Si les lichens en contiennent plus à poids égal, cela tient à leur durée très-longue; d'où résulte que nous y trouvons accumulées les matières terreuses provenant de la végétation d'un grand nombre d'années.

On peut donc, d'après les données précédentes, communes à tous les végétaux cellulaires, comprendre leur nutrition de cette manière : l'eau qui les entoure y pénètre ou par des points déterminés, ou par la surface onnière; elle se glisse ou de cellule en cellule, ou dans les méats intercellulaires. Lorsque ceux-ci sont rectilignes, elle suit une direction déterminée, et parvient ainsi aux parties dont les cellules sont arrondies, et où son mouvement se ralentit; si toutes les cellules sont arrondies, l'eau n'a pas de direction déterminée, et chaque cellule pompe celle qui l'entoure: ces cellules élaborent l'eau qu'elles reçoivent, sans qu'il paraisse y avoir transport d'aucun suc nourricier, ni autre sécrétion que celle qui peut s'opérer dans l'intérieur des cellules arrondies. Celles-ci sont pour ainsi dire autant de petits individus séparés, qui vivent chacune pour elle. Dans ce sens restreint, l'individualité des cellules me paraît assez rigoureusement vraie; mais cette idée ne peut, sans de grandes modifications, s'appliquer aux végétaux vasculaires.

Puisque chaque cellule d'un végétal cellulaire vit

comme pour elle-même, reçoit la lymphe, et l'élabore dans sa cavité, on doit s'attendre à trouver dans cette cavité quelque chose d'analogue aux principales actions des vaisseaux. En effet, Corti (1) avait déjà, dès 1778, remarqué que les cellules des capillaires sont transparentes et pleines d'un suc aqueux, où (Trent, sous le microscope, de petits globules ou de petites vésicules aériennes qui nagent dans ce liquide, et y sont fréquemment dans un mouvement rapide et régulier : il avait donné à ce phénomène le nom de *circulatio*, qui est propre à induire en erreur, en ce qu'il semble assimiler ce phénomène à la circulation du sang chez les animaux. Fontana, à cette époque, le compara déjà à une sorte de rotation, d'où M. Schiillz (2) a déduit le nom de *rotation* pour ce phénomène analogue à la cyclose, mais qui se passe non dans des vaisseaux distincts de ceux de la lymphe, mais dans des cellules closes, où le suc lymphatique et le suc nourricier semblent confondus. Ce phénomène a aussi été étudié par M. Amici (3), qui en a donné de fort belles figures, et par MM. Agardh (4), Tréviranus (5), Raspail (6), Le Baillif (7), Dulrochet (8), et

---

(1) *Lettera sulla circolazione del fluido*. etc., Modena, 1775, trad. dans Ruzier ; Journ. de phys., vol. VIII, 1776, p. 25?.

(2) *Bibl. univ.*, dec. 1827. *Natur der lebend. Pflanz.*, 1823.

(3) *Mem. soc. Italian.*, t. 3, vol. XIX, Ann. des sc. nat., 1814, p. 44\*

(4) *Nov. act. soc. sc. leap, nat. cur.*

(5) *Fermisc/i. Sahrift*, a, p. 70.

(6) *Bull. sc. nat.*, 12, p. 75 et 0. *urn. sc. obs.* 2, p. 396.

(7) *Bull. sc. nat.*, 12, p. 311.

(8) *Ann. sc. nat.*, avril 1831, p. 43.

par M. Meyen (1), qui en a surtout étudié la théorie. J'essayerai de le faire connaître ici d'après ces observations.

Lorsqu'on observe des cellules courtes ou arrondies, les globules s'y meuvent par un mouvement circulaire ou rotatoire assez régulier, qui semble commencer vers le centre, et se propager vers les bords. Si on passe de ces cellules allongées, le mouvement, par la forme même des cellules, devient rectiligne le long des côtés allongés. Quand les globules arrivent à l'extrémité, ils suivent le petit côté, et reviennent le long de la face opposée en sens rectiligne, mais inverse de leur première direction; puis se retournent de même à l'autre bout. Ils sont donc autant en rotation que la forme des cellules le comporte. La direction du suc dans chaque cellule est indépendante de ses voisines, de telle sorte qu'on trouve souvent des courants opposés dans des cellules limitrophes. Cette rotation est plus active dans certaines cellules que dans d'autres voisines : elle est en général *siccilivie* par la chaleur. M. Schultz a observé ce mouvement déjà dans les cellules qui, placées bout à bout, composent les petites racines des chara. Cette observation est plus facile, dit-il, lorsqu'on leur fait pomper un suc coloré (2).

Mr Gorli avait déjà (autant du moins que l'obscurité de son ouvrage permet de le reconnaître) observé le même phénomène dans les cellules du *naias minor*, et les observations modernes Vy ont en effet constaté.

(1) Aof. art. toe. ecus. Inop. nat. vur. XIII, part. a (1827), p. 841; *Linnaea*, vol. -i, p. 55; Bull. sc. nat., 18, p. 226.

(2) *Lectures*, i, p. 18:28.

Outre les naïades dont nous venons de parler, la rotation a été retrouvée dans des végétaux cellulaires de diverses familles. Ainsi M. Schullzun décrit que M. Ebrén-Lerg a vu un mouvement dans la direction des points de copulation des cellules du *syzygites megalocarpus [aspergillus laxus s. lmk]*; qu'on observe la même chose dans les cellules des fibrilles qui semblent représenter la racine des agarics inileux; que dans d'autres champignons à sue transparent, on voit ce mouvement, mais rare et lent, lorsqu'on leur retire l'eau colorée; qu'enfin les fibrilles radicales des mousses et des lichens présentent le même fait. Il faut ajouter ici que cet observateur termine sa lettre en disant que ces expériences demandent encore des répétitions soignées.

C'est donc jusqu'ici que dans la famille des naïades que le mouvement de rotation est unanimement constaté; mais ce qui est très-singulier, c'est qu'on l'a retrouvé dans les plantes aquatiques, il est vrai - comme les naïades, mais qu'on a de fortes raisons pour classer parmi les vasculaires, savoir, le Vallisneria et l'hydrocharis. Ces deux plantes ont en effet, l'une et l'autre, des fleurs phanogames: si elles n'ont pas de stomates dans les parties submergées, ce fait, comme si toutes les vasculaires aquatiques, ne peut les constituer; elles ont de plus des vaisseaux spiraux, quoique en petit nombre. M. Schultz paraît croire que ces vaisseaux sont d'une autre nature que les vaisseaux ordinaires, car il assure qu'ils n'absorbent pas comme eux les liquides nutritifs; et il ajoute que ces plantes n'ont point de vaisseaux laticifères. M. Meyen est d'accord avec M. Schultz sur l'existence du mouvement rotatoire dans les cellules

de ces deux plantes vasculaires. Corti a cru en voir dans des cellules de cucurbitacées ? Comparetti, dans celles de l'aloès; mais tous les\* autres observateurs n'ont point pu vérifier ces faits, et il est à craindre qu'on ne les ait confondus avec les phénomènes de la cyclose. On peut cependant se demander encore si réellement ce fait se retrouve dans d'autres végétaux munis de vaisseaux ; si peut-être il serait commun aux cellules en général, et lié au phénomène des sécrétions. Ces questions et plusieurs autres analogues qu'on pourrait s'adresser, sont insolubles aujourd'hui, vu le peu de faits qu'on connaît avec des détails suffisants.

La cause de la rotation ou de ce mouvement des globules qui nagent dans le liquide des cellules, est rapportée par M. Meyen à la gravitation; et certainement c'est bien le cas d'ajouter : *Si parva licet componere magnis*. J'avoue que les raisonnements sur lesquels cette hypothèse s'appuie n'ont paru peu concluants; et enlevées autres objections, je me bornerai à dire que ces lois physiques, telles que la gravitation, s'exercent continuellement et ne peuvent présenter des repos, des interruptions et une cessation complète, comme nous le voyons dans le phénomène de la rotation ; d'autres ont voulu le rapporter ou à quelque jeu d'électricité, ou à la nature même des globules suspendus dans le liquide. M. Raspail (i) a imité ce mouvement en suspendant des globules gras dans de l'alcool qu'il renferme dans un tube clos et qu'il expose à la flamme d'une bougie. Les globules montent d'un côté par suite de la dilatation,

---

(i) Jotim. de pharm., 1828, p. *tifio*.

et descendent de l'autre sans se mêler. M. Dutrochet a étudié de son côté les mouvemens de molécules de Nit mêlées dans de l'eau, placées eji vase clos et exposées & diverses circonstances. Mais il est évident que ces appareils étrangers à la vie sont trop éloignés de l'état de la nature pour donner quelque idée précise sur la cause réelle du phénomène. Des raisonnemens analogues à ceux que j'ai employés bien des fois, me font penser que ce phénomène est purement vital, et doit se rapporter à la contractilité des cellules.

Je reviens maintenant à exposer rapidement quelques considérations ultérieures sur les différences de végétation que l'on remarque en comparant entre-elles les plantes cellulaires. Elles présentent en effet deux classes physiologiques très-distinctes; savoir, celles qui sont de couleur verte, et celles qui ont toute autre couleur.

Les plantes cellulaires vertes sont douées de la faculté de décomposer le gaz acide carbonique dissous dans l'eau où elles sont placées, comme les plantes vasculaires vertes, et cette décomposition y est soumise aux mêmes lois: ainsi les mousses, les hépatiques, la plupart des algues et quelque lichens, se conduisent sous ce rapport comme les feuilles des plantes ordinaires. Il faut remarquer que dans ces plantes les surfaces vertes sont très-minces, et la plupart des espèces réduites à des membranes papyracées: il résulte en effet que chaque cellule reçoit directement l'influence de la lumière, car elle n'élabore pas un suc qu'elle soit destinée à quelque autre organe; mais elle décompose, si j'ose parler ainsi, le gaz acide carbonique pour son usage particulier.

Les plantes cellulaires coloniales ne sont pas douées de la faculté de décomposer l'acide carbonique à la lumière; si elles le font, ce qui est vraisemblable, parce qu'on y trouve du carbone, ce doit être par un autre procédé qui nous est encore inconnu. Les champignons, les hypoxylous, quelques algues et plusieurs lichens forment cette classe de végétaux; et nous voyons en effet que plusieurs d'entre eux vivent à l'obscurité totale, et ceux-mêmes qui vivent à la lumière font tout au moins d'être pourvus de la faculté de se diriger vers elle. Nous avons vu plus haut que plusieurs champignons paraissent décomposer l'eau et exhaler du gaz hydrogène. Leur mode de nutrition paraît donc être différent de celui des végétaux ordinaires, mais n'a pas été encore assez étudié pour être un peu connu.

M. Chodat (i) a analysé des champignons qui croissaient dans des mines près de Béziers. Il avait remarqué que ceux situés à l'entrée de la galerie, dans des lieux bien éclairés, étaient plus compacts et plus colorés, tandis que ceux qui croissaient dans le fond de la mine étaient plus mous et plus blancs. Les premiers ont donné à l'analyse un résidu plus riche et moins d'acide carbonique; les seconds, beaucoup plus d'eau et plus d'acide carbonique. Il semble attribuer en partie ce dernier résultat à ce qu'il y avait plus d'acide carbonique dans l'air au fond qu'à l'entrée de la galerie. On pourrait conclure de cette expérience que les champignons décomposent le gaz acide carbonique, s'il en a été bien prouvé

---

(i) Chim. agric, 1, p. 180.

que les champignons de l'entrAc et du fond fussent de la même espèce.

La quantité de carbone que les Kryptogames admettent dans leur tissu, est extrêmement diverse d'une espèce à l'autre, et leur observation comparée prouve évidemment que leur accroissement est d'autant plus prompt qu'elles ont besoin de moins de carbone, comme M. de Humboldt l'a déjà établi : ainsi les *agaricus tiercinus*, *boletus igniarius*, *perennis*, etc. ; *telcphora musciformis*, *sphaeria nypoxylifera*, *Itydnum auriscalpium* et autres espèces h végétation lente, donnent beaucoup de carbone, tandis que les byssus, les moisissures, les agarics et les bysses h chair molle, etc, donnent peu de charbon et croissent fort vite.

Certains champignons présentent encore un phénomène qui leur est particulier, celui d'exhaler du gaz hydrogène. M. de Humboldt a vu le premier, quo de jeunes pieds d'*agaricus campestris* exhalent nuit et jour de ce gaz, et a revu ce fait dans quelques autres espèces. Je l'ai retrouvé dans deux champignons remarquables l'un et l'autre par leur couleur d'un noir très-intense, la *sp kauri a digitata* dont le gift, contenait 0,70 d'hydrogène et le *peziza nigra*, qui en a exhalé 0,14. On avait craint que ce gaz, ne fût dû à la décomposition du champignon; et dans ce fait, quo le *sphaeria digitata* qui est si généralement coriace, en développe plus que le *peziza nigra* qui est si glabre, le tendait à affaiblir ce soupçon. Al. V. Marcel a repris ces expériences sous ce rap -

port (1); il a exposé des champignons sous l'eau, soit au soleil, soit à l'ombre : les premiers ont fourni en quelques heures du gaz composé comme suit :

	Hydrog.	Azote.	En heures.
<i>Sphceria digital a.</i> . . . . .	65	55	10
<i>Jgaricus ericeus.</i> . . . . .	55	44	10
— <i>deliquescens</i> ...	70	30	8
— <i>pyrithoides.</i> • •	57	45	2
— <i>leucocephalus</i> ..	4 <sup>2</sup>	56	6

Il est à l'obscurité ils n'ont fourni que très-peu de gaz, lequel contenait moins d'hydrogène : quelques-uns transportés au soleil en ont donné de nouveau comme à l'ordinaire; ce qui prouve, d'un côté, qu'ils étaient gagnés, et de l'autre, que la lumière a ici une action spéciale qui rappelle celle que l'air fait dégager le gaz oxygène des végétaux verts. On peut donc conclure de ces faits que le dégagement d'hydrogène est réellement vital et non déterminé par l'altération du champignon,

une partie des végétaux cellulaires est remarquable par la quantité de matière terreuse déposée dans leur tissu. Ainsi, les lichens contiennent une dose considérable de carbonate, et surtout d'oxalate de chaux. Les charas sont aussi très-remarquables par la croûte de carbonate de chaux qui se forme sur leur surface, et qui les recouvre comme d'une sorte d'enduit susceptible de faire effervescence avec les acides minéraux, comme MM. Lyell et Constant Pivost l'ont observé. M. Brewster a aussi trouvé de petits cristaux réguliers dans les

---

(1) Ann. de Chim., 40 9 p\* 20.

cellules sous cette enveloppe calcaire; le noyau qui reste après qu'on l'a enlevé paraît de nature siliceuse(i); les mousses paraissent, comme les monocotylédones, contenir des matières siliceuses; au moins on peut le conjecturer d'après leur inaltérabilité. >

L'accroissement des végétaux cellulaires est certainement fort différent des vasculaires, mais ^/est encore connu que d'une manière très-imparfaite. Il est évident qu'il ne peut s'opérer que par la multiplication des cellules; mais ce développement du tissu cellulaire n'est connu ni dans les parties des vasculaires qui en sont composés, ni dans les plantes cellulaires. Quelques-uns, tels que M. Turpin, ont pensé que chaque cellule forme dans son intérieur des rudiments nouveaux de cellules qui grandissent et finissent par rompre la cellule mère, de manière que la multiplication des cellules végétales ressemblerait assez à l'involution du volvox; mais M. Morren qui a récemment étudié ce sujet (2), n'a jamais rencontré les restes de ce tissu ainsi <16chir6, et je crois que tous les observateurs en peuvent dire autant, même ceux qui admettent cette rupture en théorie. M. Morren croit avoir observé\* la véritable formation des nouvelles cellules dans une espèce de palmella identique ou analogue avec le *P. alpicola*. Dans ce végétal, les cellules sont isolées et globuleuses : chacune d'elles est entourée par une couche mucilagineuse; quand elles ont atteint une certaine grandeur, la couche mucilagineuse augmente, et l'on peut y reconnaître des espèces d'an-

---

(1) Bull. sc. nat. , XI, p. 231.

# (2) *Bjdragt. tot de naturk.*, etc. : *Linnæa* , vol. 5, 1830.

moux d'autant plus distinct<sup>^</sup>, qu'ils sont plus éloignés de la membrane de la cellule; plus tard, cette membrane elle-même prend l'apparence d'un mucilage, « les globules qui étaient contenus et cachés dans ce mucilage commencent à s'accroître; le mucilage disparaît, et les jeunes cellules qui remplacent l'ancienne présentent les mêmes caractères qu'elle. Ce mode d'accroissement et de multiplication de cellules pourrait très-bien s'appliquer à la plupart peut-être des végétaux, et s'accorde bien avec le transport des substances nutritives par les méats intercellulaires et la perméabilité du tissu même des cellules, surtout dans leur jeunesse. Je suis loin, au reste, d'avoir une opinion arrêtée sur un sujet aussi obscur, et je réclame de nouvelles observations (*aitb* avec sagacité et soins préventifs).

Je me borne à ce petit nombre de considérations sur la nutrition des végétaux ce blaire, soit pour ne pas répéter des détails qui font partie de l'Organographie, soit parce que l'étude des cryptogames a été jusqu'ici peu avancée sous ce point de vue; et je dois avouer aussi que je l'ai peut-être moi-même trop négligée depuis quelques années, pour être bien au courant des travaux les plus modernes.

---

B-7442