

## BULLETIN DES SÉANCES

DE LA

## SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

**Note sur des bois silicifiés permiens de la vallée de Celles (Vosges),** par P. FLICHE, professeur à l'École nationale forestière.

Dans une note présentée à la Société géologique, à propos de sa réunion dans les Vosges, en 1897, j'ai donné l'indication des travaux publiés à partir de celui de A. Mougeot, en 1850, sur les restes végétaux, consistant presque exclusivement en tiges silicifiées, trouvés dans le grès rouge permien, sur le versant occidental des Vosges, dans les deux localités de Faymont, d'où proviennent la plus grande partie des échantillons, et de Valmont ; j'exposais ensuite qu'on en avait trouvé, depuis, dans les environs de Ronchamp ; je parlais des échantillons vus, par la Société, dans la collection appartenant à la direction des mines, et je donnais le résultat des observations que j'avais pu faire sur deux échantillons de cette provenance, qui m'avaient été communiqués par M. Mathieu Mieg, observations fort incomplètes à raison du très mauvais état de conservation de ces bois. J'avais pu constater, cependant, qu'ils appartenaient au type *Araucarioxylon* déjà le plus nombreux de beaucoup à Faymont.

Des observations antérieures aux miennes, et de celles-ci, j'avais tiré la conclusion qu'au début du Permien, à Ronchamp, et j'avais pu ajouter ailleurs dans les Vosges, les Cordaïtes avaient été l'élément important de la végétation forestière ; que dans les Vosges comme ailleurs, notamment dans le bassin d'Autun, la silicification des restes végétaux avait été un fait général. Ces con-

clusions viennent de recevoir une nouvelle confirmation sur le dernier point, mais un nouvel examen de la question, sur de meilleurs échantillons, m'a conduit à restituer aux conifères des bois qui leur avaient été attribués par A. Mougeot. M. Ingold, inspecteur adjoint des forêts à Raon-l'Étape, neveu de notre regretté frère Bleicher, a recueilli, dans le Permien de la vallée de Celles, deux échantillons de bois silicifiés qu'il a remis à M. Nicklès, pour les collections du laboratoire de géologie à la faculté des sciences. M. Nicklès, que je suis heureux de remercier, a bien voulu me les confier pour en faire l'étude. Bien qu'ils ne soient pas, l'un d'eux surtout, de conservation absolument parfaite, ils sont bien meilleurs que ceux de Ronchamp. J'ai pu constater qu'ils appartiennent à un des types déjà décrits par A. Mougeot et ajouter quelque chose à ce qu'en a dit cet auteur, ou, pour mieux dire, préciser un peu sa description. De plus, ces échantillons confirment, comme je viens de le dire, les résultats des observations antérieures. Je vais d'abord décrire les deux échantillons; j'exposerai ensuite ce qu'ils ajoutent à nos connaissances sur la flore du Permien inférieur et sur son mode de fossilisation.

Le premier a été trouvé, à la limite du grès rouge, sous le grès vosgien, au vallon de Grandroué près de Celles (département des Vosges). Il présente une hauteur maximum de 50 millimètres, une épaisseur, dans le sens du rayon, de 43 millimètres et une largeur transversale de 38 millimètres; il est silicifié, présente extérieurement une coloration allant du noir au grisâtre clair, la première teinte plus ou moins foncée, étant la plus habituelle; il offre l'aspect circé, si fréquent chez les bois silicifiés. Même macroscopiquement, on constate facilement que la structure est conservée; on voit même, mais assez mal, les rayons médullaires sur les fractures radiales; sur l'une des sections transversales, la plus nette, on voit, surtout vers le centre, des arcs bien marqués, ressemblant à des limites d'accroissements annuels.

Sur les surfaces, résultant du sciage, pour la confection des coupes microscopiques, c'est la couleur noire ou noirâtre qui est de beaucoup prédominante; la présence de couches annuelles, non seulement n'en est pas rendue plus nette, mais on n'en voit à peu près plus rien.

En sections, même par transparence, la coupe transversale est très bonne; à la loupe on entrevoit, mais difficilement, les cavités

des trachéides ; on voit des traces de zones un peu plus foncées, rares, ne présentant pas une complète continuité, donnant l'impression d'accroissements annuels imparfaits. Au microscope, on constate que le bois est constitué exclusivement par des trachéides et des rayons médullaires ; le tout en très bon état, n'ayant pas subi de déplacement par pression ; les trachéides ont des parois peu épaisses, leurs cavités sont relativement larges, mais l'ensemble de la trachéide n'a pas une section large. Celle-ci est de forme carrée, pentagonale ou hexagonale, souvent arrondie aux angles ; les trachéides et les cellules des rayons médullaires sont parfois remplies, en totalité ou en partie, soit isolément, soit par groupes, d'une matière noire, soit à l'état amorphe, soit en grains plus ou moins arrondis, évidemment un oxyde métallique, de fer probablement, qui paraît s'y être déposé accidentellement durant la fossilisation et n'être pas, pour la plus grande partie au moins, une substance de remplacement d'une matière organique préexistante. Quant aux apparences de lignes d'accroissement, elles sont dues, comme on peut le voir en  $\alpha$ , figure 1, à des trachéides de plus faible diamètre à parois plus épaisses, se fondant en dessus et en dessous, dans les plus larges, comme cela se voit fréquemment chez les Araucarias actuels ; il y a là quelque chose de très différent des lignes d'accroissement, dues au passage brusque des dernières trachéides d'automne, à petite cavité, aux très larges trachéides de printemps de l'accroissement suivant.

La coupe radiale est très bonne, comme direction ; elle montre très bien la forme des trachéides et des cellules des rayons médullaires ; mais elle n'offre à peu près rien des ponctuations, les vestiges qu'on en observe s'accordant cependant mieux avec ce qui se voit chez les Araucariées actuelles.

La coupe tangentielle est aussi très bonne, comme direction ; mais, comme elle est très peu colorée, elle ne laisse pas toujours très bien voir les organes élémentaires. Cependant il est visible que les rayons sont nombreux ; pour beaucoup d'entre eux, on peut compter le nombre des files de cellules superposées qui les constituent ; il varie dans une large mesure de 1 à 29 ; toutefois ce sont les chiffres moyens de 6 à 14 qui sont, de beaucoup, les plus fréquents. Un fait remarquable, c'est que si, en général, le rayon est formé d'un seul plan de cellules, quelques-uns d'entre eux présentent, dans une file, deux cellules accolées, et cela quel

que soit le nombre de files, puisque j'ai rencontré cette particularité chez des rayons présentant 13, 29 et 6 files.

En résumé, les caractères qui viennent d'être exposés sont ceux que dans son texte et dans ses figures A. Mousgeot a donnés à son *Araucarites valdajolensis*.

Le second échantillon trouvé, en plein grès rouge, à la tête de la Hallière, entre Celles et Allarmont, me semble appartenir à la même espèce. Il présente une hauteur maximum de 26 millimètres, une largeur de 35 et une épaisseur de 27. Sa couleur varie du noir, qui est le plus habituel, au noirâtre, toujours assez foncé. Macroscopiquement la structure paraît assez mal conservée, c'est pour cela qu'on ne peut même se rendre un compte exact du sens de la largeur et de l'épaisseur indiquées plus haut ; il n'y a pas d'accroissements annuels visibles. L'aspect général est cireux, moins net surtout sur une des faces transversales que chez le premier échantillon.

Scié, pour faire des préparations microscopiques, il ne présente pas de différences sensibles avec ce qu'on voyait sur l'échantillon brut ; on constate seulement quelques flammes rougeâtres d'un côté, et quelques fines fissures irrégulières dans la masse.

La coupe transversale présente la même structure que celle du précédent échantillon ; les trachéides sont parfois légèrement plus grosses et, par suite, la cavité en est plus facilement visible à la loupe, par transparence ; le contenu noir ou brun est plus fréquent ; le bois a subi, avant fossilisation, une compression s'exerçant de la périphérie au centre, qui a, fort inégalement d'ailleurs, courbé les files de trachéides, quelques-unes l'étant à peine sur d'assez grandes longueurs, d'autres beaucoup. Dans tous les cas, suivant des courbes parallèles, à des intervalles de 5-8 millimètres il y a courbure prononcée avec écrasement d'un certain nombre de trachéides, de telle sorte qu'à un faible grossissement, cela simule des couches d'accroissement ; il semble y avoir, suivant le cas, de 4 à 10 trachéides écrasées.

La coupe radiale est très bonne comme direction ; mais on ne voit pas, en général, les ponctuations des trachéides ; quelquefois tous les organes élémentaires sont assez indistincts, même dans leur forme ; le tout provient d'une cristallisation plus ou moins confuse de la silice ; une petite portion de la coupe, colorée par de l'oxyde de fer, est heureusement meilleure ; on y voit des tra-

chédies exactement semblables à celles figurées par A. Mougeot pour son *A. valdajolensis*, à 2, beaucoup plus rarement, à 3 rangs de ponctuations pas très grandes, arrondies, comprimées, exactement du type qu'on observe chez les Araucariées actuelles<sup>(1)</sup>; on voit mal la sculpture des cellules de rayons médullaires; ces cellules sont ou rectangulaires, ou plus fréquemment à parois en contact, dans une même file, un peu inclinées; on voit d'ailleurs assez mal ces parois, d'où leur absence dans le dessin d'A. Mougeot; on voit des granules colorés, comme chez le premier échantillon, mais moins abondants.

Sur la coupe tangentielle, la cristallisation de la silice est encore plus nette et masque par suite encore plus la structure; quelques rayons cependant sont visibles; j'en ai compté ayant 10-7-2 files de cellules superposées.

Comme on vient de le voir, les deux échantillons ne diffèrent par aucun caractère essentiel, la structure est la même, les dimensions des organes élémentaires sont même fort analogues; si celle des trachéides, surtout de leur cavité, est un peu plus forte chez le second que chez le premier, la différence est insignifiante. En se reportant au texte et aux figures d'A. Mougeot, on voit qu'il y a identité entre les bois de la vallée de Celles et son *Araucarites valdajolensis*; la légère différence qui vient d'être rappelée pour la dimension entre les trachéides du premier échantillon et celles du second tendrait seulement à appuyer l'opinion d'A. Mougeot, sur la grande affinité qui existe entre son espèce et l'*A. stigmolithos* de Gœppert, celle surtout de M. Kraus qui est disposé à admettre leur identité<sup>(2)</sup>.

L'étude des échantillons d'*A. valdajolensis* de la vallée de Celles m'a permis de me rendre mieux compte que ne l'avait fait A. Mougeot de ce que sont, en réalité, les apparences d'accroissements annuels qu'on observe parfois chez ce bois, d'ajouter aussi à ce que dit et figure cet auteur des rayons médullaires, en précisant la forme de leurs cellules et le nombre de files de celles-ci superposées pour constituer ces organes.

(1) Les Cordaites ont un bois d'une structure analogue, à ce point qu'il est souvent difficile de se prononcer pour l'attribution d'un bois fossile à l'un ou à l'autre des deux groupes. Cependant, les bois de Cordaites présentent toujours des trachéides à nombreuses séries de ponctuations, de contour par suite toujours très nettement polygonal, caractères qui ne sont pas accusés, on le voit, sur le bois que nous étudions.

(2) SCHIMPER, *Traité de paléontologie végétale*, II, p. 382.

De quels végétaux proviennent ces bois ? On sait que pour ceux de la période primaire surtout, la question est parfois assez difficile à résoudre quand il s'agit d'échantillons à structure araucariiforme, alors surtout qu'ils sont décortiqués, ce qui est le cas le plus habituel pour les bois fossiles, en général ; le seul, à peu près, pour ceux du permien des Vosges. La tendance première a été, naturellement, de les rapporter à des conifères ayant des affinités avec les Araucariées, seuls végétaux qui, dans la création actuelle, nous présentent des bois ayant la même structure.

C'est à cette solution que s'était arrêté A. Mougeot qui, d'ailleurs, avait eu, sous les yeux, quelques échantillons cortiqués, présentant des traces d'insertions foliaires et même, semble-t-il, une ou deux fois les bases des feuilles elles-mêmes ; c'est ainsi qu'il avait donné aux deux bois décrits par lui le nom générique d'*Araucarites*, déjà admis, pour l'un d'eux, par Gœppert. Lorsque en 1870-1872 M. Kraus créait le genre *Araucaroxylon* pour tous les bois à structure d'Araucariées c'est encore aux conifères qu'il les attribuait tous et il y énumérait les deux bois du grès rouge permien des Vosges<sup>(1)</sup>, sans prétendre d'ailleurs faire un rapprochement, aussi précis qu'A. Mougeot, des végétaux auxquels avaient appartenu ces bois, avec les Araucariées.

Mais, depuis cette époque, les Cordaïtes ont été étudiées avec soin ; on a constaté notamment que leur bois présentait avec celui des Araucariées les plus étroites analogies, si bien qu'il est singulièrement difficile ou, pour mieux dire, parfois impossible de les distinguer, même microscopiquement lorsqu'on est en présence d'échantillons isolés de tous leurs autres organes, décortiqués, fragmentés, ne présentant pas même la région médullaire de la tige ou des rameaux, seuls les échantillons de feuilles, fleurs ou fruits, trouvés à côté d'eux, permettent de les rattacher, sinon avec une complète certitude, au moins avec une très grande probabilité, à l'une des deux classes. C'est pour ce dernier motif certainement que dans le mémoire de M. Vélain, cité dans ma note sur les bois de Ronchamp, M. B. Renault a considéré, comme des bois de Cordaïtes les *Araucarites* d'A. Mougeot<sup>(2)</sup>, les détails donnés par celui-ci sur les feuilles ne lui ayant pas semblé

(1) SCHIMPER, *Traité de paléontologie*, II, p. 382.

(2) Ch. VÉLAIN, « Le Permien dans la région des Vosges », *Bull. Soc. géol.* 3<sup>e</sup> série, XIII, 1885, p. 538.

sans doute assez précis, tandis qu'il trouvait dans les fossiles qui lui avaient été soumis par M. Vilain, des feuilles et des rameaux de Cordaïtes bien caractérisés, ceux de conifères y faisant, au contraire, complètement défaut. C'est pour la même raison que j'ai été amené à considérer aussi les bois très imparfaitement conservés de Ronchamp comme provenant de cordaïtes plutôt que de conifères, me rangeant, sans nouvelle étude, pour ceux de Faymont, à l'opinion de M. Renault.

L'étude des bois trouvés par M. Ingold m'ayant amené à constater leur identité avec un des types décrits par A. Mougeot, j'ai dû me demander s'il n'avait pas été dans le vrai en les attribuant à des conifères, et de son texte comme de l'examen de ses figures, il m'a semblé qu'il était difficile, en effet, de voir une cordaïte dans son *Araucarites valdajolensis*, celui qu'il avait pu étudier le plus complètement et auquel paraît d'ailleurs se rattacher l'*A. stigmalithos*; la figure 3 de la planche IV, en particulier, avec ses bases de feuilles très étroites, imbriquées, n'a rien d'un rameau de cordaïte.

Pour me permettre de trancher complètement la question, il m'aurait fallu pouvoir examiner tous les échantillons figurés par A. Mougeot; malheureusement mes recherches pour les retrouver ont été infructueuses, sauf en ce qui concerne le beau fragment de tige ou de rameau plus probablement de la première, représenté figure 1, planche IV, du mémoire d'A. Mougeot; il appartient à M. le Dr Puton, de Remiremont, qui a bien voulu me le confier, avec une obligeance pour laquelle je lui adresse mes vifs remerciements. C'est, comme on va le voir, une pièce singulièrement intéressante; aussi m'a-t-il semblé bon d'en fournir ici une nouvelle figure en phototypie, celle d'A. Mougeot ayant été assez fortement schématisée, surtout pour un des caractères les plus importants présentés par le fossile.

Afin de faire bien comprendre en quoi il peut servir à la solution de la question qui se pose, quant à l'attribution de l'*Araucarites valdajolensis* aux conifères, en quoi il est en outre fort intéressant par sa structure, je vais d'abord le décrire, macroscopiquement au moins; mon étude a malheureusement dû se borner à cela, les coupes nécessaires pour une étude histologique ne m'ayant pas été possibles sur un échantillon unique qui ne m'appartenait pas.

L'échantillon consiste en un fragment de tige ou de rameau, j'ai dit plus haut que je penche pour le premier organe ; il est limité à sa partie supérieure et à l'inférieure par des fractures très sensiblement parallèles entre elles, et perpendiculaires à l'axe de l'organe ; il est à peu près cylindrique ; les légères irrégularités qu'il présente sont analogues à celles qu'on voit si fréquemment sur les troncs ou les rameaux des arbres ; l'une d'elles constituée par de petits bourrelets, allant à la rencontre l'un de l'autre et se touchant, dénote même la cicatrisation d'une légère blessure. Dans tous les cas, il n'y a aucune trace de compression résultant, comme cela est si fréquent chez les bois fossiles, d'une pression exercée au moment de la fossilisation sur du bois ramolli. L'échantillon mesure une hauteur de 8 centimètres environ en moyenne et un diamètre de 8 centimètres et demi à 9 centimètres. Au centre, on voit une région médullaire, de forme légèrement elliptique, mesurant 14<sup>mm</sup>,5 dans un sens, et 19<sup>mm</sup>,5 dans l'autre (1), correspondant aux différences constatées dans le diamètre total de la tige, sans que, d'ailleurs, les limites de la moelle puissent être très rigoureusement établies, en l'absence non seulement d'une étude histologique, mais même d'une bonne section polie. La moelle paraît avoir été pleine, non cloisonnée, autant qu'on peut s'en rendre compte en l'absence de coupe longitudinale. Extérieurement, l'échantillon présente son écorce sur presque toute sa surface, elle fait défaut seulement vers la base, sur un tiers environ de la circonférence, d'une façon irrégulière, et sur une hauteur maximum de 2 centimètres ; elle paraît avoir été, dans cet endroit, détachée avant fossilisation. Cette écorce est très mince ; en général, elle n'a pas plus de 3 à 4 millimètres lorsqu'elle est le plus épaisse ; on trouve exceptionnellement 7 millimètres pour un endroit où elle présente une côte, comme on le voit en *a* sur la figure 2, endroit où, pour les raisons qui sont données plus bas, l'état d'évolution de cette écorce semble plus avancé. Une particularité remarquable que présente cette écorce, ce sont de petits mamelons, de forme elliptique, un peu irrégulière, le grand axe étant dans le sens de la hauteur, la surface en est arrondie, un peu irrégulière aussi ; les dimensions un peu varia-

---

(1) Ces dimensions sont fortes, bien inférieures cependant, il est bon de le faire remarquer, à celles de beaucoup de *Tylocendron Weiss* et de *Schizodendron Eichw.*, qu'on admet, assez généralement aujourd'hui, être les moulés de moelles d'Araucariées.

bles, sont de 5 à 7 millimètres pour le grand diamètre, 3 à 4 pour le petit et 1 millimètre et demi à 2 millimètres et demi en hauteur ; ils sont disposés en hélice, très oblique par rapport à l'axe de l'organe ; généralement on les voit très bien, mais quelquefois ils deviennent plus indistincts, noyés qu'ils sont dans le tissu environnant, toujours visible, mais plus développé alors ; enfin il y a un endroit, en *a* sur la figure 2 ; où l'écorce est plus épaisse, ainsi qu'il a été dit plus haut, où on ne les voit plus, l'écorce étant là finement écailleuse. Mougeot signale ces mamelons, mais il les donne, à tort, comme de forme rhomboïdale, dans son texte, car la figure les représente de forme ovoïde, ce qui est plus exact, sans l'être complètement ; il les dit également plus réguliers de dimensions et de formes qu'ils ne le sont réellement ; enfin il ne parle ni des endroits où ils deviennent moins distincts, ni de ceux où ils disparaissent complètement, ce qui paraît ne l'avoir point frappé, car, sur tous ces points, la figure est conforme au texte, et c'est en cela surtout qu'elle est fortement schématisée. A. Mougeot paraît avoir vu dans ces petits mamelons le coussinet des feuilles, tel qu'il était au moment de leur chute, ce qui est inadmissible pour plusieurs raisons qui sont exposées plus loin ; mais il est certain, leur disposition en spirale en fait foi, qu'ils correspondent à ces coussinets et qu'ils nous en donnent, à peu près, les dimensions, la forme et la position, c'est-à-dire que ceux-ci étaient petits, elliptiques, ou de forme rhomboïdale approchante, avec leur grand axe vertical ; que de plus ils étaient très rapprochés les uns des autres, les écartements actuels étant même certainement supérieurs à ce qu'ils étaient lorsque les feuilles se trouvaient sur l'organe encore à sa première année. C'est l'ensemble de ces caractères qui sera à considérer pour rechercher les vraies affinités de l'*Araucarites valdajolensis*.

Avant de procéder à cet examen, il est bon de répondre à une objection qui a pu se présenter à l'esprit du lecteur : le bois de l'échantillon appartient-il bien au type qui a été décrit plus haut, sous le nom d'*A. valdajolensis*? L'affirmative me semble absolument certaine ; l'aspect macroscopique du bois de l'échantillon de M. Puton et celui des deux échantillons qui ont fait d'abord l'objet de cette note est identique, surtout en ce qui concerne le premier de ces derniers. De plus, A. Mougeot affirme l'attribution, et j'ai de bonnes raisons de croire qu'il avait soumis l'échantillon

de M. Puton à l'examen microscopique. Il y a en effet, à la face transversale inférieure de celui-ci, deux encoches qui proviennent visiblement de fragments détachés au marteau, comme on faisait alors, pour servir à la préparation de coupes minces destinées à l'étude microscopique.

La légitimité de la détermination de l'échantillon cortiqué ainsi établie, voyons quels sont les arguments qu'il fournit en vue d'une attribution aux conifères et non aux cordaïtes. Celles-ci ont une moelle cloisonnée, l'écorce sur les jeunes tiges et les jeunes rameaux est mince, portant de grands coussinets plus ou moins, parfois nullement saillants ; de forme elliptique ou un peu différente, ils présentent, dans tous les cas, deux axes très dissemblables, le plus grand étant invariablement horizontal ; en vieillissant, cette écorce prend un grand développement en épaisseur ; elle est formée de plusieurs lames, dans tous les cas, séparées du bois par une épaisse couche de parenchyme.

Aucun de ces caractères ne se retrouve sur l'échantillon de Faymont ; la moelle, je l'ai dit plus haut, semble pleine ; l'écorce est très mince, bien que l'organe, tige ou rameau, ait évidemment un certain âge, étant données ses dimensions ; si elle ne nous présente plus les coussinets dans leur état primitif, les petits mamelons qui la recouvrent les représentent, je l'ai démontré plus haut, et, d'après leurs dimensions et leur forme, on peut conclure que les coussinets étaient petits, presque orbiculaires, ou pour mieux dire probablement très faiblement elliptiques, mais avec leur grand axe dirigé suivant la verticale. C'est-à-dire que en tout, cet organe axile présente des caractères opposés à ceux des Cordaïtes, rappelant, au contraire, complètement ce qu'on observe chez les conifères ; ce qui est d'accord, il est bon de le faire remarquer, avec les quelques indications moins précises fournies par la structure des trachéides. Faut-il aller plus loin et parler, comme l'a fait A. Mougeot, d'un rapprochement avec les Araucariées ? c'est ce que j'examinerai, après avoir étudié les particularités de structure que présente l'écorce de ce fossile.

Comme je l'ai dit, A. Mougeot semble avoir considéré les mamelons qui recouvrent la plus grande partie de ce fossile comme les coussinets mêmes laissés par les feuilles, immédiatement après leur chute ; cette vue, trop simple, soulève immédiatement une objection, tirée des dimensions du fossile, de l'épaisseur considé-

rable de bois secondaire qu'il présente, le tout donnant à penser qu'il devait être, depuis assez longtemps déjà, défeuillé, au moment de la fossilisation ; un examen plus approfondi confirme cette première objection. On ne voit pas aboutir de cordons foliaires à ces mamelons, et on n'en voit pas non plus la trace à leur surface ; les mamelons, de plus, au lieu de présenter les formes et les dimensions très régulières des coussinets, immédiatement après la chute des feuilles, sont éminemment irréguliers de dimensions et de formes. Si donc les mamelons correspondent aux coussinets, comme leur disposition régulière en spirale le démontre, il faut admettre que, sur ces derniers, il s'est formé des tissus qui se sont ajoutés à eux pour former de petites éminences à la surface de l'écorce. Ces tissus ne sauraient être autre chose que le tissu cicatriciel, par excellence, le liège ; en un mot on aurait ici quelque chose d'analogique à ce qu'on observe chez les Cycadées, avec cette différence importante, toutefois, que les cordons vasculaires ne persistent pas pour maintenir, comme chez ces dernières, les mamelons en communication avec le centre de la tige.

Comme l'a fait observer déjà, avec raison, M. Renault (<sup>(1)</sup>), il peut, chez les Cycadées, se développer entre ces bases de feuilles des lames de liège qui en remplissent tous les intervalles et rendent la surface extérieure lisse et unie ; c'est ce que j'ai eu occasion d'observer notamment chez deux *Cycas circinalis* du jardin botanique de Nancy. Il semble s'être produit un phénomène analogue chez l'arbre dont le grès rouge de Faymont nous a conservé un reste. Comme je l'ai déjà fait observer plus haut et comme on peut bien le voir sur la figure 2, en certains endroits, la saillie des mamelons est sensiblement moins forte et visiblement parce qu'ils sont emballés, par la base, dans un tissu qui doit être de même nature que celui les constituant, c'est-à-dire du liège, celui-ci continuant à se développer finit par les recouvrir complètement. On voit très bien tous les stades en se rapprochant de la région marquée *a* sur la figure et qui n'est autre que la partie saillante signalée plus haut, et qui avec ses petites et fines écailles, me paraît présenter l'état définitif de l'écorce ; il me semble même assez probable que celui-ci devait originaiement se montrer plus

(1) *Cours de botanique fossile*, I, p. 35.

généralement sur l'échantillon et qu'il a dû être détruit par un nettoyage exagéré, comme celui dont souffrent si souvent les fossiles quand ils sont préparés d'abord par des ouvriers ou d'autres personnes incompétentes.

J'ai mentionné plus haut qu'une telle structure de l'écorce, tout en ressemblant beaucoup à ce qu'on observe chez les cycadées, en diffère sur un point important : on ne la retrouve chez aucun des conifères actuellement connus ; cependant elle n'est peut-être pas aussi anormale qu'elle peut paraître au premier abord ; chez tous les végétaux ligneux, il se forme une couche de liège sur la surface laissée libre par la chute de la feuille, et elle persiste distincte, macroscopiquement, du liège qui recouvre le reste du rameau, pendant un temps plus ou moins long. Chez les conifères, cette durée est assez longue, et, vu la rareté des bourgeons, à l'aisselle des feuilles les cicatrices restent intactes, dans leur forme, et très régulièrement disposées en spirales, sur la tige et les rameaux, entre deux pseudo-verticilles ou deux pseudo-oppositions de rameaux. Chez les sapins, sur lesquels cela est très visible, les coussinets ne forment pas de saillie à la surface du rameau, mais chez les *Araucaria*, au moins chez l'*A. excelsa* fournis par la base de la feuille, ils sont assez saillants pour rendre, à la main, la surface très rugueuse, et cela pendant nombre d'années ; je les trouve encore très marqués en général sur la première section d'un rameau âgé de 8 ans d'*A. excelsa* du jardin botanique de Nancy, (voir figure 3), le liège se développe ensuite et amène le facies définitif de l'écorce. On voit qu'il y a déjà ici quelque chose d'un peu voisin de ce qui s'observe chez le fossile, avec cette différence, importante toutefois, que chez celui-ci la production de liège sur le coussinet est beaucoup plus abondante et se rapproche, de même que le remplissage des intervalles, de ce qu'on observe chez les Cycadées.

Une particularité, remarquable aussi, de ce fossile, c'est l'extrême rapprochement des feuilles, puisque les centres des mamelons sont écartés sur une même spirale, de 5 millimètres à  $7^{mm},5$ , l'espacement étant naturellement beaucoup moindre avant le grossissement de l'axe ; sur le rameau cité d'*Araucaria*, je trouve un espacement de 1 millimètre et demi, pour un diamètre de 2 millimètres sur la pousse la plus jeune, 2 millimètres à  $2^{mm},5$  sur la pousse de 8 ans, pour un diamètre de 10 millimètres. On voit

quel rapprochement initial cela suppose pour les feuilles du fossile. Il est bon de faire observer, toutefois, que celui-ci était, dès l'origine, très volumineux, sa large moelle le prouve, alors que chez le rameau d'*Araucaria* vivant elle ne dépasse guère un demi-millimètre. Il est bon de faire observer aussi que l'échantillon plus jeune représenté par la figure 3 planche IV de A. Mougeot, présente, en effet, des bases de feuilles imbriquées et absolument serrées les unes contre les autres.

On voit, par tout ce que je viens de dire, que l'écorce de ce fossile présente des particularités remarquables et que les résultats d'une étude anatomique, si la structure est conservée, comme il y a tout lieu de le supposer, fournirait des résultats de grand intérêt.

On voit aussi que, malgré des différences importantes, c'est parmi les conifères, du côté des Araucariées, que se trouvent les plus grandes analogies pour cette écorce, cela joint aux caractères tirés du bois qui sont exactement ceux qu'on observe dans cette famille, justifiant le nom générique *Araucarites* adopté par A. Mougeot pour le fossile en question, nom qui exprime surtout une probabilité d'attribution et non une affirmation impossible au cas particulier, puisque, si précis que soient les caractères fournis par le bois, on ne pourrait, jusqu'à nouvel ordre, affirmer qu'ils ne se retrouvaient pas autrefois chez des conifères très différents des Araucariées.

Aucun rameau feuillé de conifères, en dehors du fossile très imparfait, décrit et figuré par A. Mougeot, n'ayant été trouvé à Faymont, il est non moins difficile, en admettant qu'il s'agisse d'une Araucariée, de donner quelque conjecture plausible, sur l'attribution de ce bois, à un des genres établis sur des organes foliaires ou reproducteurs, conservés à l'état fossile dans le Permien. Cependant je pense qu'il y a lieu d'éliminer les *Ullmannia* qui paraissent avoir eu un bois de structure semblable ; non seulement ils n'ont jamais été rencontrés dans le Permien des Vosges, mais nulle part on n'en a trouvé à un niveau aussi inférieur que celui des couches de Faymont. C'est donc parmi les conifères de cet horizon qu'il faudrait chercher le genre auquel appartient l'*Araucarites valdajolensis* ; le nombre est très restreint ; l'attribution de l'un d'eux, le *Dicranophyllum*, aux conifères est même douteuse, un *Pinites* n'a été rencontré jusqu'à présent que dans

les couches d'Autun. Le genre le plus commun de beaucoup, les *Walchia*, n'a pas été observé en rameaux feuillés ni en cônes à Faymont, mais il a été signalé, sur le versant oriental des Vosges, dans le val de Villé, par M. Zeiller<sup>(1)</sup>. Il semble donc assez naturel de lui rapporter les bois de Faymont ; il ne faut pas oublier d'ailleurs que des ramules stériles, ayant l'aspect de ceux des *Walchia* n'appartiennent pas toujours réellement à ce genre. M. Marion a trouvé à Lodève, sur de semblables ramules, un strobile dont les écailles, très différentes de celles des *Walchia*, lui ont servi à l'établissement d'un nouveau genre *Gomphostrobus*. Comme le fait très justement observer M. Zeiller, dans sa « Flore fossile du Permien de Brive »<sup>(2)</sup>, cette extrême ressemblance des organes végétatifs, entre des genres très bien caractérisés, se présente également chez les conifères de la nature actuelle. Ce genre *Gomphostrobus* a été trouvé non seulement à Lodève mais encore dans le Permien de Thuringe où il est commun, et où Geinitz avait d'abord considéré les cônes, comme des *Sigillariostrobus*, puis à Brive et enfin, avec un peu de doute, il est vrai, à Triembach en Alsace<sup>(3)</sup>. Il n'est donc pas impossible que les bois de Faymont lui appartiennent. D'ailleurs, il se peut que ceux-ci n'appartiennent pas tous à la même espèce, d'autant plus que, si faibles soient les différences entre *Araucaroxylon valdajolense* et *A. stigmolithos*, elles n'en existent pas moins. De plus, ici encore, l'observation des végétaux vivants montre que des espèces ou même des genres fort distincts peuvent avoir des bois singulièrement semblables.

Contre l'attribution aux *Walchia*, qui me semble en définitive la plus probable, comme l'admet d'une façon à peu près générale M. Potonié<sup>(4)</sup> pour les *Araucaroxylos* du Permien ; on pourrait faire une objection, c'est que les rameaux principaux sur les échantillons de *Walchia* ne présentent pas même des rudiments des mamelons si caractéristiques de la tige étudiée plus haut. C'est au moins ce que j'ai constaté, sur la riche collection de *Walchia* de Lodève possédée par le laboratoire géologique de la

(1) « Notes sur la Flore des couches permianes de Triembach (Alsace) ». *Bull. Soc. géol.*, 3<sup>e</sup> série, XXII, p. 479.

(2) P. 101.

(3) ZEILLER, Notes cit., p. 180.

(4) *Lehrbuch der Pflanzenpaleontologie*, 1897, p. 392 et suiv.

Faculté des sciences de Nancy, mais il faut dire que les portions de rameaux déjà dépourvus de leurs ramules se réduisent à fort peu de chose ; que là où ceux-ci existent on ne voit pas non plus le plus souvent les feuilles qui, en général, devraient s'y trouver ; cela me paraît tenir à l'état de conservation de ces rameaux très fortement charbonnés, souvent presque à l'état de jayet ; les figures de *Walchia* présentent aussi, le plus souvent, cette absence ou cette rareté de feuilles sur le rameau principal.

Si nous essayons de résumer ce qui vient d'être dit, nous voyons que les bois trouvés par M. Ingold fournissent une preuve de plus à l'appui de ce que j'avais dit dans une précédente note de la présence des bois silicifiés dans tout le grès rouge permien des Vosges, aussi bien en surface puisque la vallée de Celles est assez éloignée de Faymont et de Ronchamp, qu'en épaisseur, puisque les localités de la vallée de Celles, l'une au moins, sont à un niveau géologique supérieur à Faymont, à plus forte raison à Ronchamp.

On a pu constater en outre que dans la vallée de Celles on rencontre le type de structure le plus commun à Faymont, c'est-à-dire l'*A. valdajolense* d'A. Mougeot.

Si certains bois fossiles du permien des Vosges proviennent de Cordaïtes, et je suis toujours assez disposé à admettre qu'il en est ainsi, pour une partie au moins de ceux de Ronchamp, sans doute aussi pour une partie de ceux rencontrés en très grande quantité à Faymont où on a trouvé avec eux des feuilles de Cordaïtes, il y en a également qui appartiennent, sans conteste, aux conifères et même à des Araucariées. C'est le cas pour l'*Araucaroxylon valdajolense* (?) A. Mougeot (sp.) et sans doute pour l'*A. stigmolithos* Gœp. (sp.) qui en est si voisin ; l'un et l'autre sont fréquents dans le grès rouge permien des Vosges. Le premier, au moins, avait une écorce mince, de structure assez spéciale, le liège commençant à se développer abondamment sur les cicatrices laissées par les chutes des feuilles, structure qui fait vivement souhaiter une étude anatomique de cette écorce, mais qui n'est pas sans présenter quelque analogie aussi avec ce qu'on observe chez quelques Araucariées actuelles.

---

(1) Ce bois a été bien décrit par A. Mougeot ; toutefois, il n'offre pas de véritables couches annuelles, comme il l'admettait, tout en les déclarant peu distinctes.

## EXPLICATION DE LA PLANCHE

---

1. Coupe transversale faiblement grossie d'*Araucaroxylon valdajolense*,  
A. Moug. (sp.).  
a) Trachéides à cavités plus étroites.
  2. *Araucarites valdajolensis*, A. Moug. (Échantillon de la coll. Puton.)  
a) Écorce finement écailleuse.
  3. Portion de rameau d'*Araucaria excelsa*.
- 

*Séance du 1<sup>er</sup> avril 1903.*

### **Sur une nouvelle espèce de radiations.**

M. Blondlot s'étant proposé de rechercher si les rayons X émis par un tube focus ne seraient pas polarisés, soumit à leur action une très petite étincelle électrique. Celle-ci fut renforcée lorsqu'elle était parallèle à l'axe du tube, et ne le fut pas quand elle lui était perpendiculaire : les radiations émises par le tube sont donc polarisées. Elles sont susceptibles des polarisations rotatoires et elliptiques. Elles jouissent de la réfraction simple et double et se réfléchissent comme la lumière ; on peut les concentrer à l'aide d'une lentille de quartz. Ce ne sont donc pas les rayons de Röntgen, mais bien une nouvelle espèce de radiations, analogues à la lumière et pouvant traverser les métaux en lames minces, le bois, etc.

---

**Sur les organes reproducteurs chez les Bactéries,**  
par M. Paul VUILLEMIN, professeur à la Faculté de médecine.

**I. — DES ORGANES REPRODUCTEURS CHEZ LES PLANTES UNICELLULAIRES ET CHEZ LES BACTÉRIES.**

Les Bactéries sont par définition des individus formés d'un seul plastide, plus simple que la cellule au point de vue de la différenciation du protoplasma, protégé d'ailleurs par une membrane élastique qui rapproche, au point de vue des propriétés osmotiques, ce plastide des cellules végétales.

Cette constitution rappelle celle des levures vulgaires formées aussi d'éléments isolés, mais pourtant plus parfaits, puisque la différenciation d'un noyau leur assigne la valeur de vraies cellules.

Les Bactéries s'opposent aussi aux levures unicellulaires par le mode de multiplication qui se fait par simple scission chez les premières, par bourgeonnement chez les secondes. Les noms de Schizomycètes et de Blastomycètes appliqués respectivement à ces deux groupes d'organismes marquent cette différence essentielle dans le mode de multiplication.

Nous savons aujourd'hui que les cellules bourgeonnantes se rencontrent chez les Champignons les plus variés et représentent une simple forme de végétation de certaines espèces qui, dans des conditions appropriées, donnent un thalle filamenteux et des fructifications complexes qui les rattachent aux Basidiomycètes, aux Ascomycètes, aux Ustilaginées, etc.

A côté de ces Blastomycètes d'occasion qui restent stériles tant qu'ils végétent sous forme de cellules bourgeonnantes, il existe des Blastomycètes de race qui, non seulement végétent uniquement sous forme de cellules bourgeonnantes, mais se reproduisent sans perdre cette forme qui leur est essentielle. Une simple cellule, issue de bourgeonnement comme les autres, devient un asque, soit directement, soit à la suite de son union avec une cellule semblable, en divisant son protoplasme en un certain nombre de spores.

Ces Blastomycètes essentiels constituent la famille des Saccha-

romycètes, dans laquelle nulle espèce ne doit être inscrite définitivement, tant qu'elle n'a pas présenté la fructification réduite à un asque à côté de l'appareil végétatif réduit à une cellule capable de bourgeonner.

D'autres Champignons, formés d'ordinaire de filaments pluricellulaires et ramifiés, ont une grande tendance à se morceler en articles courts, unicellulaires, dans certaines conditions de milieu. Les articles isolés, bien différents, par leur origine, du bourgeon des Blastomycètes, puisqu'ils ont fait primitivement partie d'un filament, peuvent se multiplier isolément par scission transversale. Ils ressembleraient alors aux Bactéries s'ils n'étaient pas munis de noyaux bien différenciés. La désignation de Schizomycètes leur conviendrait même beaucoup mieux qu'aux Bactéries, puisque, par leur origine tout comme par la supériorité de leur structure, ils se rattachent directement au type le plus répandu des Champignons. Pourtant nous ne sommes pas en droit de détourner le mot Schizomycètes de son acceptation historique : ce serait créer une confusion de langage toute gratuite.

Nous désignons depuis longtemps sous le nom d'Arthromycètes ces champignons qui, s'ils ont peu d'intérêt pour le botaniste, sont d'une importance majeure pour le médecin, car ils comprennent la plupart des agents des maladies de peau.

Comme les Blastomycètes, les Arthromycètes renferment des espèces qui végètent exceptionnellement sous cette forme et fructifient à l'état filamenteux, et d'autres espèces qui fructifient sans perdre leur caractère d'articles s'isolant par fragmentation. Ces Arthromycètes essentiels constituent la famille des Schizosaccharomycètes.

Il existe des végétaux que l'on range encore parmi les Champignons, parce qu'ils en ont le thalle incolore formé de filaments ramifiés, mais qui se distinguent des autres Champignons par l'extrême finesse de leurs filaments et la structure inférieure de leur protoplasme dans lequel la différenciation nucléaire n'est pas plus avancée que chez les Bactéries. Je leur ai donné le nom de Microsiphonées qui rappelle la gracilité des filaments et la continuité de leur contenu.

Les Microsiphonées, comme les Champignons ordinaires, sont susceptibles de se morceler en articles, qui se multiplient par scission transversale. De tels articles, considérés indépendam-

ment des filaments dont ils dérivent, répondent à la définition des Bactéries. Certaines Bactéries sont donc des formes de croissance et de multiplication végétative des Champignons.

Toutes les Bactéries ne sont pas dans le même cas. Il en est beaucoup qui, non seulement n'ont jamais réalisé la forme de filaments ramifiés, mais qui présentent des organes moteurs, fous ou polaires ou diffus, que l'on ne connaît pas chez les bâtonnets provenant d'une fragmentation de tels filaments.

La présence d'organes reproducteurs définis chez des individus qui restent formés d'un seul plastide sans noyau démontre qu'il existe des Bactéries essentielles comme il existe des Blastomyctes essentiels, des Arthromycètes essentiels.

A quoi reconnaîtrons-nous les organes reproducteurs des Bactéries ? Les conditions habituelles de la végétation de ces petits êtres assurent amplement la multiplication des individus. La fragmentation continue du corps pendant les périodes de nutrition, de croissance, d'activité intenses rend superflue l'apparition d'organes spéciaux de multiplication. Elle ne représente pas une fonction reproductive distincte des fonctions végétatives. Les organes reproducteurs des Bactéries seront avant tout des organes de conservation.

La conservation se trouve assurée, dans beaucoup d'espèces, par une simple modification du plastide végétatif. La paroi s'épaissit, le contenu se condense, le corps s'arrondit, s'il est généralement allongé : en un mot la Bactérie s'enkyste. Ces kystes bactériens, appelés arthrospores dans la nomenclature de De Bary, ne sont pas des organes reproducteurs, mais des éléments végétatifs doués d'une résistance spéciale et correspondent aux chlamydospores des mycologues.

La condensation du protoplasme entraîne parfois sa séparation de la membrane primitive de l'élément actif. Ce plasma conservateur s'entoure d'une enveloppe propre et forme une endospore. Chaque individu forme d'ordinaire une seule endospore. Quelques Bactéries allongées en forment plusieurs : on en voit régulièrement deux chez le *Bacillus caucasicus* découvert par Kern dans les grains de Képhir, jusqu'à cinq ou sept chez le *Spirillum endoparagogicum* rencontré par Sorokin dans l'eau croupie. Ces endospores multiples, comme les endospores isolées, naissent dans des plastides droits (*Bacillus*) ou sinuieux (*Spirillum*) ne différant

pas de l'élément végétatif, et ne semblent pas constituer des organes reproducteurs mieux définis que les arthrospores. Le genre *Dispora*, proposé par Kern pour le *Bacillus caucasicus*, n'est pas suffisamment justifié.

Il semble tout d'abord qu'il y ait une grande différence entre les arthrospores et les endospores, et De Bary divisait les Bactéries en Arthrosporées et en Endosporées. Mais cette division paraîtra peu naturelle si l'on admet que ces deux formes d'éléments conservateurs sont de simples modifications de l'élément végétatif. On conçoit d'ailleurs combien il est difficile d'établir une limite entre les couches d'épaississement qui font corps avec la membrane primitive et celles qui s'en séparent par un espace plus ou moins apparent.

A côté des endospores, simples ou multiples, qui se logent dans une Bactérie sans en modifier la forme, il en est qui, ébauchées dans un élément végétatif normal, en atteignent la paroi en grossissant et la refoulent peu à peu : en sorte que la spore mûre est logée dans un renflement. Trevisan désigne sous le nom de spores microsomes celles qui restent plus petites que le bâtonnet qui les loge, spores macrosomes celles qui en dilatent la cavité. Ces dernières sont particulièrement difficiles à distinguer des arthrospores. L'étude du développement peut seule déterminer à quelle catégorie elles se rattachent. Trevisan a classé dans des genres distincts les espèces munies de spores microsomes et les espèces munies de spores macrosomes. En théorie, nous ne pouvons accorder à ces différences une valeur générique. En pratique, elles sont encore moins utilisables.

Les dimensions des spores varient dans des limites plus restreintes que le calibre des bâtonnets. Si le bâtonnet est très fin comme chez le *Bacillus tetani*, les spores sont nécessairement macrosomes ; s'il est très épais comme chez le *Bacillus Megatherium*, elles sont toujours microsomes. Ces deux espèces ne diffèrent pas moins par le calibre du bâtonnet que par ses rapports avec les spores. Il est donc superflu de faire appel aux spores qui ne se montrent que dans des conditions spéciales, puisque le bâtonnet qui se présente constamment à l'observation fournit les mêmes renseignements.

Si nous nous adressons au contraire à des bâtonnets de calibre moyen, voisin du diamètre de la spore, nous obtiendrons, selon

la vigueur de la végétation, des bâtonnets plus gros ou plus étroits que la spore. Une même espèce aura des spores, tantôt microsomes, tantôt macrosomes. On peut s'en assurer sur le vulgaire Bacille de la pomme de terre et sur les espèces voisines.

Qu'elles soient macrosomes ou microsomes, les endospores, aussi bien que les arthrospores, peuvent être envisagées comme des éléments végétatifs modifiés, comme des formes résistantes du protoplasme. Ce n'est pas en elles que nous trouvons la caractéristique incontestable d'un organe reproducteur différencié.

En opposition avec les espèces envisagées jusqu'ici, nous connaissons des Bactéries qui élaborent leurs spores dans des éléments différenciés d'avance à l'égard des bâtonnets végétatifs par leur forme, leur taille, leur structure. Les spores naissent non plus dans l'élément ordinaire, mais dans un véritable organe sporogène, que nous désignerons désormais sous le nom de sporocyste.

Prazmowski, en 1880, admit l'existence de tels organes sporogènes aussi bien chez des Bactéries droites que chez des Bactéries courbes. Il créa le genre *Clostridium* pour les premières, réservant le nom de *Vibrio* pour les secondes.

La spécialisation du sporocyste reste douteuse en ce qui concerne les *Vibrio*; elle est au contraire très nette pour les *Clostridium*. Il est surprenant que les auteurs récents n'en tiennent guère de compte. Trevisan lui-même, qui maintient le genre *Clostridium* au sens de Prazmowski, subordonne, dans sa classification, le caractère des sporocystes spéciaux à celui des spores microsomes, à la forme des éléments végétatifs et à la direction de leurs cloisonnements, ainsi qu'à l'absence de gaines ou de capsules autour d'eux.

Le type classique du genre est le *Clostridium Amylobacter* (Van Tieghem, 1877) ou Vibron butyrique de Pasteur. Dans cette espèce anaérobie, l'élément végétatif est un bâtonnet droit, muni de fouets moteurs diffus sur toute la surface comme dans le genre *Bacillus*. A ce stade, il ne saurait être séparé de ce genre. Le sporocyste est flagellé comme le bâtonnet végétatif et continue à se mouvoir même après l'apparition de la spore, mais finit par lui être entièrement sacrifié. Dès le début il se renfle, soit dans toute

son étendue, soit plus fortement au milieu ou au voisinage d'une extrémité. Des réserves s'accumulent dans le sac renflé sous forme de granulations qui se colorent en bleu par l'iode, comme la granulose et font perdre au contenu l'homogénéité des bâtonnets végétatifs. La différenciation de l'organe sporogène devance donc l'apparition des spores dans son intérieur. Le plus souvent chaque sporocyste contient une seule spore qui se circonscrit dans la portion la plus large et résorbe peu à peu les réserves amylocées. La présence de deux spores, signalée par Prazmowski, est exceptionnelle chez le *Clostridium Amylobacter*.

Nous voulons faire connaître une espèce de *Clostridium* dont le sporocyste est mieux différencié que chez aucune Bactérie décrite jusqu'ici. Les spores y sont normalement au nombre de 2 et de dimensions égales, logées dans un renflement formé, avant leur apparition, en un point déterminé, plus près du sommet que de la base du sac dont la polarité est nettement accusée. Bien que l'étude de cette espèce présente de nombreuses lacunes, les faits positifs qu'il nous a été donné d'y constater méritent d'être publiés comme une contribution nouvelle à l'histoire des organes reproducteurs des Bactéries.

Auparavant nous rappellerons l'existence d'un second genre de Bactéries dont les organes reproducteurs sont différenciés, puisqu'il possède un sporocyste comme les *Clostridium* et, en outre, des spores dont la forme complexe contraste avec celle de l'élément sporogène. Le genre *Astasia* est basé par A. Meyer sur la forme spéciale des spores qui sont munies d'arêtes et qui ont, par conséquent, une coupe anguleuse ou même étoilée. Chez l'*Astasia asterospora*, type du genre nouveau, le bâtonnet porte des fouets nombreux diffus sur toute la surface ; l'élément sporogène est renflé au milieu, atténue aux extrémités. Outre la différenciation de la spore qui lui est propre, le genre *Astasia* présente donc, en commun avec le genre *Clostridium*, un sporocyste différent de l'élément végétatif. Au genre *Astasia* se rattachent les *Bacillus goniosporus*, *cylindrosporus*, *leptosporus*.

## II. — DESCRIPTION DU « CLOSTRIDIUM DISPORUM » SP. NOV.

Au mois de décembre 1900, nous avions transporté sur un bloc de plâtre une jeune culture d'un *Cryptococcus* isolé antérieure-

ment des croûtes d'un malade atteint d'ecthyma. Le bloc fut placé à l'étuve à 35° C. dans une boîte de verre. Au bout de quatre jours, le *Clostridium* foisonnait parmi les cellules du Blastomycète ; la préparation contenait un mélange de bâtonnets cylindriques et d'éléments sporogènes à divers degrés de développement, et tous les états intermédiaires entre l'élément végétatif et le sporocyste. La culture mixte fut retirée de l'étuve. Trois jours plus tard la proportion des spores avait augmenté, mais il existait encore beaucoup d'éléments en pleine évolution. Ce sont ces matériaux que nous allons examiner, l'isolement du *Clostridium* n'ayant pu être réalisé et l'observation ayant été interrompue par une indisposition.

Les conditions de la récolte indiquent qu'il s'agit d'une espèce aérobie, végétant à 10 comme à 35°. Remarquons aussi que les sporocystes ont apparu dans les conditions considérées comme les plus favorables à la production des asques chez les Saccharomycètes.

Les bâtonnets correspondant à la forme active étaient relativement rares, presque tous isolés, rarement unis deux à deux. Ce sont de fins cylindres (fig. 1) droits, ayant 1<sup>4</sup>,5 à 2 µ de longueur, 0<sup>4</sup>,22 de diamètre.

Les éléments sporogènes sont, pour la plupart, isolés dès le début de leur différenciation. Parfois deux éléments sporogènes sont réunis (fig. 2) ou bien un élément fertile reste associé à un bâtonnet ordinaire jusqu'à la maturité des spores (fig. 3).

L'élément sporogène, que nous désignerons par le nom de sporocyste, atteint à la maturité une longueur double ou triple de celle du bâtonnet végétatif, soit 4 µ environ, exceptionnellement 4<sup>4</sup>,75 ; le calibre se modifie inégalement, en sorte que le sporocyste, tout en gardant une cavité continue, présente trois régions de longueur et de largeur différentes et offre, dans son ensemble, la forme d'une pipette à renflement. La région moyenne, vésiculeuse, atteint environ 2 µ de long et 1<sup>4</sup>,3 de diamètre maximum. Sans être franchement apicale, elle est plus rapprochée d'un bout que de l'autre. L'appendice court, correspondant au manche de la pipette, mesure environ 0<sup>4</sup>,5 de longueur ; sa largeur est sensiblement supérieure à celle du bâtonnet végétatif. L'appendice long, qui peut avoir 1<sup>4</sup>,3 à 1<sup>4</sup>,4, s'atténue à partir de l'origine du renflement vésiculeux, comme la pointe d'une pipette,

pour atteindre, à son extrémité, le diamètre du bâtonnet végétatif.

Cette différenciation révèle la polarité du sporocyste : l'appendice long est du côté de la base, l'appendice court est du côté du sommet. La polarité est incertaine chez certaines espèces, comme les *Clostridium inflatum* et *Ventriculus*, où le renflement est situé entre deux appendices égaux ; chez d'autres, comme le *Clostridium Chauveaui*, où le renflement est terminal, la polarité est peu marquée puisque dans les sporocystes unis deux à deux les renflements se forment souvent aux deux extrémités opposées : ce qui est la base dans l'un fonctionne comme le sommet de l'autre. Dans notre espèce, les sporocystes consécutifs sont unis par les pôles de nom contraire (fig. 2).

Chaque sporocyste contient le plus souvent deux spores égales, brillantes, juxtaposées dans la portion la plus renflée, de manière à garder leurs axes longitudinaux (fig. 4). Chacune d'elles a la forme d'un bâtonnet arrondi aux deux bouts et mesure 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> de longueur sur 0<sup>1</sup>,5 environ de largeur (fig. 5).

Parfois les deux spores prennent une direction légèrement oblique ; l'une monte un peu plus haut, l'autre descend un peu plus bas ; mais elles ne dépassent pas les limites du renflement ampullaire et ne pénètrent pas dans les appendices supérieur et inférieur.

Certaines vésicules contiennent une seule spore de même forme et de mêmes dimensions que les précédentes (fig. 6). La spore unique est loin de remplir la vésicule et y affecte des positions variées. Dans d'autres cas la spore unique, sans dépasser la longueur normale, devient ovale, aussi volumineuse que les deux spores ensemble et atteint les parois de l'ampoule (fig. 7). Nous pensons qu'il s'agit alors d'une concrémence des deux spores.

L'étude du développement du sporocyste met en évidence la distinction des trois régions. Avant de s'allonger, le bâtonnet qui s'organise en sporocyste s'épaissit inégalement de manière à donner une ampoule médiane et deux appendices dont le supérieur est plus gros et déjà plus court que l'appendice basilaire (fig. 8). Tout l'élément est alors rempli de fines granulations colorées par la fuchsine. Quand la vésicule est parvenue à l'apogée de sa croissance, la spore ou les spores apparaissent avec un contour net. A ce moment, l'appendice terminal qui n'a pas grandi se vide ; l'app-

pendice basilaire, au contraire, garde longtemps encore son contenu plasmatique. Celui-ci s'accumule à la base des spores et forme au bout de chacune d'elles un amas qui se colore vivement par la fuchsine (fig. 9). Dans les vésicules qui contiennent une grosse spore ovale, on distingue à sa base deux corps fuchsinophiles (fig. 7). Ce fait confirme l'opinion que nous avons exprimée au sujet de l'origine de ces grosses spores par concrècence de deux spores ordinaires. A la maturité, l'appendice basilaire est vide comme l'appendice terminal ; son contenu a fini par être utilisé sans doute pour l'épaisseur de la membrane des spores ; les corps fuchsinophiles ont également disparu (fig. 4).

La membrane du sporocyste disparaît ensuite ; on trouve dans les préparations des spores libres (fig. 5) et d'autres accompagnées d'un lambeau du sac où elles se sont formées (fig. 10).

L'espèce que nous venons de décrire rentre dans le genre *Clostridium*, puisque les sporocystes sont très différents des bâtonnets végétatifs et que leur différenciation devance l'apparition des spores.

On a rarement observé, chez les espèces de ce genre, la formation de deux spores dans un sporocyste. Prazmowski a signalé le fait chez le *Clostridium butyricum* ; mais c'est une rare exception ; d'ailleurs les spores sont à chaque bout de la cellule uniformément renflée et l'espèce est anaérobie. Chez le *Bacillus saprogenes vini* III de E. Kramer, les deux spores se forment successivement, la première dans un renflement terminal, la seconde dans la portion restée cylindrique de la cellule. Le *Dispora caucasica* du Képhir n'est pas caractérisé comme *Clostridium* puisque les spores se forment aux deux bouts d'un bâtonnet qui ne diffère des éléments végétatifs, ni par les dimensions ni par la forme.

Notre espèce se rapproche davantage de deux *Clostridium* aérobius décrits par Alfred Koch<sup>1</sup> sous les noms de *Bacillus Ventriculus* et *Bacillus inflatus*. Chez ces deux espèces, la dilatation vésiculeuse est située entre deux prolongements minces, assez courts, souvent égaux ; la base et le sommet n'ont été distingués ni par la forme et la dimension des appendices, ni par la destinée de leur contenu. Le renflement s'opère avant l'apparition des

---

(1) A. KOCH, « Ueber Morphologie und Entwicklungsgeschichte einiger endosporer Bakterienformen ». (*Botanische Zeitung*, t. 46, 1888.)

spores qui n'occupent qu'une faible partie de la vésicule. Chaque sporocyste contient fréquemment deux spores chez le *Clostridium inflatum*, plus rarement chez le *Clostridium Ventriculus*. Aucune des figures publiées par A. Koch ne représente les deux spores juxtaposées en direction longitudinale comme dans notre espèce; elles sont soit parallèles et disposées en diagonale, soit formant un angle entre elles; elles ne se moulent pas sur la paroi de la vésicule; souvent même elles se prolongent dans les appendices; on peut les voir superposées le long de l'axe du sporocyste. La forme des sporocystes, la situation des spores ne sont donc pas les mêmes chez les deux *Clostridium* de A. Koch et chez le nôtre.

Les dimensions sont sensiblement différentes. Le bâtonnet actif est épais de 0<sup>o</sup>,88 chez le *Clostridium inflatum*, de 0<sup>o</sup>,86 chez le *Cl. Ventriculus*, de 0<sup>o</sup>,22 seulement chez le nôtre. Le diamètre maximum du sporocyste est respectivement de 3,8, 1,8 et 1,3. Au point de vue des dimensions, notre espèce offre un contraste particulièrement frappant à l'égard du *Cl. inflatum*, celui qui possède le plus régulièrement des sporocystes disporés.

Nous sommes donc en présence d'une nouvelle espèce du genre *Clostridium*, caractérisée par la présence de deux spores dans chaque sporocyste et par leur localisation dans un renflement moyen qu'elles remplissent presque entièrement; l'avortement d'une des deux spores est une exception plus rare que dans les espèces antérieurement décrites. En conséquence, nous proposons pour cette nouvelle espèce le nom de *Clostridium disporum*.

### III. — VALEUR TAXINOMIQUE DES SPORES DES BACTÉRIES.

#### GROUPE DES CYSTOSPORÉES. — FAMILLE DES CLOSTRIDIACÉES.

Le haut degré de différenciation atteint par les organes reproducteurs des *Clostridium* justifie amplement l'importance assignée à ce genre par son fondateur.

Van Tieghem avait pensé que les endospores fournissaient la caractéristique essentielle des Bactéries. C'était là, à son avis, ce qui les distinguait nettement des Oscillariacées; même en

présence de la chlorophylle, les endospores constatées suffisaient à faire pencher la balance en faveur des Bactéries.

De Bary démontre qu'au-dessous des Bactéries Endosporées, il existait des Bactéries Arthrosporées. Nous pensons qu'au-dessus d'elles il y a place pour un groupe des Bactéries Cystosporées.

Mais s'il est facile de marquer le centre de chaque groupe en prenant pour type l'exemple le plus explicite, il est beaucoup moins aisé d'en tracer les frontières.

La connaissance des *Clostridium* et des *Astasia* suffit à prouver l'existence de Bactéries essentielles, comme la connaissance des *Saccharomyces* et des *Schizosaccharomyces* démontre l'existence de Blastomycètes et d'Arthromycètes essentiels.

Les *Clostridium disporum*, *inflatum*, *Ventriculus*, *Amylobacter* et les espèces voisines ont incontestablement des organes reproducteurs qu'ils forment sans perdre les caractères distinctifs des Bactéries. Cette conclusion ne s'étend pas avec une égale certitude à toutes les espèces logeant des spores dans un renflement du bâtonnet. Ainsi le *Bacillus œdematis* Schr. (Vibrion septique de Pasteur) est un *Clostridium* pour Alfred Fischer, un *Cornilia* pour Trevisan. Ce n'est pas un *Clostridium*, car le bâtonnet sporogène n'est pas différencié d'avance ; l'endospore naît dans un bâtonnet végétatif qu'elle refoule localement en grossissant elle-même. La spore de cette espèce est une endospore macrosome. Si l'endospore macrosome avait une valeur générique, l'opinion de Trevisan serait la vraie, mais comme c'est un caractère secondaire, nous n'avons pas de raison de séparer le Vibrion septique du genre *Bacillus*.

Au groupe des Cystosporées se rattachent des Bactéries que Fischer range dans le genre nouveau *Plectridium*. Tel est le *Plectridium Chauveaui* (Bacille du charbon symptomatique) qui forme sa spore dans un sac renflé d'avance, mais qui se distinguerait des *Clostridium* parce que la spore s'y forme au sommet. Depuis longtemps l'étude du *Clostridium Amylobacter* avait démontré à Van Tieghem que la position de la spore varie dans une seule espèce, en sorte que le type primitif du genre *Clostridium* offre souvent le caractère sur lequel est fondé le genre *Plectridium*.

Les *Plectridium* de Fischer contiennent d'autres espèces qui

ne sont pas des Cystosporées et qui, par conséquent, sont déplacées au voisinage du *Clostridium Chauveaui*. Tel est le *Bacillus tetani*. Tandis que Fischer, en le nommant *Plectridium tetani*, le rapproche des Cystosporées, Trevisan, qui le nomme *Pacinia*, le range parmi les Arthrosporées. En effet, les *Pacinia* seraient des bâtonnets se transformant directement en spores, mais en abandonnant une partie de la cavité primitive, demeurée cylindrique, pour accumuler leur protoplasme dans un renflement limité. Nous ne voyons pas dans l'agent du tétanospasme autre chose qu'un *Bacillus* dont les spores macrosomes sont de bonne heure concrues avec la paroi d'un bâtonnet très fin; les vraies arthrospores résultent de la transformation totale du plastide bactérien.

Ces exemples nous montrent combien il est difficile, dans la pratique, de rattacher chaque espèce à l'une des trois catégories désignées sous les noms d'Arthrosporées, Endosporées, Cystosporées. L'examen direct de l'aspect adulte ne suffit que dans les cas particulièrement propices; il faut le plus souvent suivre le développement pour échapper aux causes d'erreur dont nous venons d'indiquer des exemples.

Supposons ces difficultés résolues, nous nous trouverons en présence d'un groupe restreint (Cystosporées) où l'existence d'organes reproducteurs est bien démontrée. Les Endosporées sont-elles des Cystosporées réduites ou des Arthrosporées modifiées? Les Arthrosporées sont-elles une réduction plus profonde des types munis d'organes reproducteurs ou des Bactéries qui adaptent leurs organes végétatifs aux nécessités de la conservation par l'enkystement, comme elles les adaptent aux nécessités de la dissémination par la segmentation? Sont-elles des végétaux susceptibles de se reproduire sous une forme plus élevée? Autant de problèmes dont la solution réclame des données qui nous font actuellement défaut.

D'après les faits dès à présent connus, les Cystosporées constituent un groupe naturel au sein de la masse indéterminée des Bactéries. L'organe reproducteur qui le caractérise et qui s'est spécialisé avant la formation des spores se reconnaît à l'état de maturité quand la différence entre le sporocyste et le bâtonnet végétatif n'est pas suffisamment expliquée par la forme, les dimensions, la position des spores. Si cette double discordance

entre le sporocyste d'une part, le plastide végétatif et les spores d'autre part n'est pas suffisamment apparente, l'étude du développement peut suffire pour nous montrer la différenciation du sporocyste avant l'apparition des spores. Si ces deux procédés ne nous ont pas renseignés, nous ne sommes pas en droit de rattacher une espèce aux Cystosporées; mais nous ne sommes pas plus autorisés à nier des affinités qui nous sont simplement inconnues. Le groupe des Cystosporées, très restreint aujourd'hui, doit donc rester ouvert à toutes les espèces où les progrès de la technique ou de l'observation démontreront une différenciation qui nous échappe.

Le nombre des spores, la forme du sporocyste, la position des spores ne présentent pas assez de fixité pour justifier des distinctions génériques; le groupe des Cystosporées renferme donc d'abord le genre *Clostridium*. On pourra en faire le type d'une famille des Clostridiacées qui sera aux Bactéries ce que les Saccharomycètes sont aux Blastomycètes, les Schizosaccharomycètes aux Arthromycètes.

La famille des Clostridiacées renferme en outre le genre *Astasia* dans lequel la différenciation de la spore est encore plus frappante que celle du sporocyste.

Parmi les Bactéries Endosporées, plusieurs genres ont été fondés sur les rapports de la spore avec l'élément sporogène. Aucun d'eux ne mérite d'être retenu. Tels sont les genres *Diplospora* Kern, *Diplectridium* Fischer, définis par la pluralité des spores. Tels sont les genres *Cornilia* et *Vibrio*, que Trevisan oppose aux *Bacillus* d'après les spores macrosomes et qu'il distingue entre eux d'après la position de la spore : médiane dans le premier, terminale dans le second. Le *Bacillus oedematis*, nommé par Trevisan *Cornilia Pasteuri*, montre sa spore, tantôt sur le trajet, tantôt à l'extrémité du filament. Quant au nom de *Vibrio*, il est appliqué à trop de choses différentes pour avoir une valeur botanique suffisamment précise.

Fischer, dans son essai de classification des Bacillacées, subdivise la famille en quatre sous-familles d'après l'existence, la position, le groupement des fouets moteurs et fonde les genres sur les caractères des spores. Il met à part les genres Arthrosporées, mais il méconnaît la distinction fondamentale entre les Endosporées et les Cystosporées. La forme du bâtonnet sporifère,

cylindrique, fusiforme ou claviforme donne la caractéristique de genres en partie hypothétiques. La définition du genre *Clostridium* confond toutes les espèces à fouets diffus dont le bâtonnet sporifère est fusiforme, que cette forme résulte de la différenciation préalable du sporocyste (*Clostridium* au sens strict) ou d'un refoulement secondaire de la paroi par une spore accrescente ou macrosome. Le genre *Plectridium* confond les Cystosporées et les Endosporées dont le bâtonnet est claviforme. Or, cette différence de forme entre les *Plectridium* et les *Clostridium* ne saurait être plus importante pour les Endosporées que pour les Cystosporées. Il est superflu d'examiner la légitimité des autres genres, la plupart nominaux, fondés par Fischer sur la forme du bâtonnet sporifère. Ce ne sont point des genres botaniques, mais des sections empiriques superflues, puisqu'elles ne sont pas pratiquement utilisables.

Les arthrospores n'ont pas fourni jusqu'ici de résultats pratiques à la classification. Elles sont souvent difficiles à distinguer des endospores. Chez les Bactéries rondes ou cocciformes, tel auteur croit trouver des arthrospores chez les espèces que tel autre considère comme Endosporées. Van Tieghem avait exclu les *Leuconostoc* des Bactéries parce qu'il voyait dans leurs spores de simples kystes analogues à ceux des Myxophycées du genre *Nostoc*. Hueppe inscrit dubitativement les mêmes *Leuconostoc* dans la série des Arthrosporées et dans celle des Endosporées. Il considère les *Streptococcus* comme munis d'endospores ; mais en même temps il crée le genre nominal *Arthro-Streptococcus* pour les espèces hypothétiques qui auraient des coccus en chapelet et des arthrospores. Il place les autres Microcoques parmi les Arthrosporées. Trevisan, au contraire, considère les arthrospores comme caractéristiques des *Streptococceæ* comprenant les genres *Streptococcus* et *Leuconostoc*, tandis que les *Micrococceæ* et les *Sarcineæ* auraient des endospores. Schröter pense que les spores, quand elles existent, proviennent de la transformation intégrale d'une cellule et rentrent dans la catégorie des arthrospores.

Mais ces spores, dont l'interprétation est si équivoque, n'ont été entrevues que chez un petit nombre d'espèces ; elles ne sont mentionnées qu'à titre accessoire dans des classifications basées sur des caractères différents. En réalité, elles ne sont d'aucun secours dans la classification des Bactéries cocciformes.

Pour les formes plus longues que larges, Trevisan admet deux genres d'Arthrosporées dans sa sous-famille des *Baculogenae*. Ce sont les genres *Bacterium* et *Pacinia*. Le premier comprend des formes très courtes soulevant les mêmes hésitations que les cocciformes. Le second réunit des espèces aussi disparates que les Bacilles de la diptéria, du chancre mou, du tétanos, le Vibrion du choléra et même le *Bacillus caucasicus* où l'on a pourtant suivi la formation et la germination des spores contenues, au nombre de deux, dans l'intérieur de chaque bâtonnet. Chez les autres, il s'agit de spores macrosomes occupant seulement une partie du bâtonnet et dont la concrémence avec la membrane primitive fait défaut tout au moins au point qui sépare la portion gonflée de la portion demeurée cylindrique.

Quant au Bacille de la diptéria, comme ceux de la morve et de la tuberculose, il présente des condensations locales du protoplasme susceptibles de résister plus longtemps que les portions actives aux causes extérieures de destruction, mais on n'y connaît pas de véritables spores. Ces diverses espèces se rattachent d'ailleurs aux Microsiphonées plutôt qu'aux vraies Bactéries.

Fischer, qui a porté spécialement son attention sur les spores, définit quatre genres de Bacillacées d'après les arthrospores, mais, ces quatre genres attendent toujours qu'on leur rattache des espèces positivement observées.

Les espèces arthrosporées que Trevisan signale dans la sous-famille des *Trichogenae* nous paraissent déplacées parmi les Bactéries.

\* \* \*

De cette révision nous pouvons conclure que les spores des Bactéries n'ont fourni jusqu'ici aucun caractère utile à la classification si ce n'est pour la distinction des espèces. La seule exception est offerte par le genre *Astasia*, dont les spores ont une forme anguleuse qui ne s'explique pas par une simple concentration du protoplasme de l'élément sporogène.

Un organe reproducteur spécialisé ou sporocyste caractérise un groupe plus élevé, puisqu'on le trouve, non seulement dans le genre *Astasia*, mais en outre dans le genre *Clostridium*, dont les spores sont peu différencierées.

Chez les autres Bactéries, l'existence d'un véritable organe reproducteur n'est pas démontrée.

— — —

### EXPLICATION DE LA PLANCHE

( *Clostridium spororum Vuillemin.* )

Les figures 1 à 10 ont été dessinées à la chambre claire au grossissement de 2300 diamètres.

Les figures de la rangée inférieure représentent une amplification des formes représentées dans les figures 3, 7, 8, 4.

FIG. 1. — Bâtonnets végétatifs.

FIG. 2. — Deux sporocystes successifs.

FIG. 3. — Sporocyste avancé restant uni à un bâtonnet végétatif.

FIG. 4. — Forme habituelle des sporocystes.

FIG. 5. — Cystospores libres.

FIG. 6. — Sporocystes n'ayant développé qu'une spore.

FIG. 7. — Sporocystes dont les deux spores sont concrémentées.

FIG. 8. — Jeunes sporocystes.

FIG. 9. — Sporocystes avancés présentant une condensation de protoplasme à la base de chaque spore.

FIG. 10. — Spore entourée d'un débris de la membrane pour montrer que les spores sont libérées par destruction du sporocyste.

**Séance du 16 février 1903.**

**L'Épicéa du Charmois**, par M. de DROUIN DE BOUVILLE, Garde général attaché à la Station d'expériences et recherches de l'École nationale des eaux et forêts.

Le château du Charmois est situé dans le voisinage immédiat de Nancy, sur le territoire de la commune de Vandœuvre, où il occupe le sommet d'une ondulation séparant les vallons des ruisseaux de Saurupt et de la Madelaine. Il est entouré d'un parc d'une contenance d'à peu près quatre hectares, planté d'arbres d'ornement dont les plus vieux paraissent âgés d'une soixantaine d'années.

Parmi ces derniers se trouvent plusieurs épicéas (*Picea excelsa* Link) dont un, relativement isolé au milieu d'une petite pelouse, attire l'attention dès le premier coup d'œil<sup>(1)</sup>. C'est une masse imposante de verdure, particulièrement dense vers sa moitié inférieure (Voir Pl. I). Vient-on à s'approcher, on distingue tout autour de l'arbre principal, haut de 20 à 22 mètres, un certain nombre d'autres tiges de 4 à 10 mètres d'élévation, et auxquelles est dû le facies particulier de cet épicéa (Voir Pl. II et III).

Bien qu'émergeant verticalement du feuillage de ce dernier, les tiges en question paraissent au premier abord en être parfaitement distinctes. Il faut pénétrer sous l'arbre lui-même pour se rendre compte, non sans quelque étonnement, qu'on se trouve en présence de marcottes. Parmi les branches basses ayant pris contact avec le sol, huit se sont enracinées plus ou moins fortement. De là la formation d'une dizaine de tiges secondaires vigoureuses, franchement dressées, à rameaux disposés en verticilles, se comportant

(1) Deux autres épicéas, semblant dater de la même époque que celui faisant l'objet de cette étude, paraissent mériter une mention. Leur port est très spécial, les branches basses se redressent verticalement en constituant, chez l'un d'eux surtout, de véritables flèches; les autres branches sont normales. Ces arônes sont situées près du château et ont respectivement 2<sup>m</sup>, 20 et 2<sup>m</sup>, 90 de circonférence à hauteur d'homme.

absolument comme des individus isolés, mais restés en relation avec le tronc parent (Voir Pl. IV).

Le marcottage artificiel de l'épicéa, bien que peu pratiqué, est cependant chose possible<sup>(1)</sup>, mais le marcottage naturel est très rare<sup>(2)</sup>. Pourtant les circonstances paraissent souvent le favoriser. Combien n'existe-t-il pas, dans les parcs surtout, d'épicéas ayant développé des branches basses vigoureuses qui traînent sur le sol ou sont même plus ou moins enterrées dans l'humus ? Comment, dans ces conditions, ne se produit-il qu'exceptionnellement des racines adventives<sup>(3)</sup> ? La chose est singulière, en tous cas la rareté du phénomène rend intéressants les quelques arbres chez lesquels on le constate, c'est pourquoi celui du Charmois, où la faculté d'enracinement des branches est très caractérisée, paraît mériter une courte étude.

Le premier examen révèle l'existence de marcottes, reste à connaître, d'une façon précise, leur disposition par rapport au tronc, les points d'insertion des branches enracinées, les emplacements des tiges secondaires, enfin les dimensions respectives des unes et des autres. Dans ce but a été dressé le plan reproduit ci-après qui complète les chiffres des mesures effectuées, consignés dans le tableau suivant.

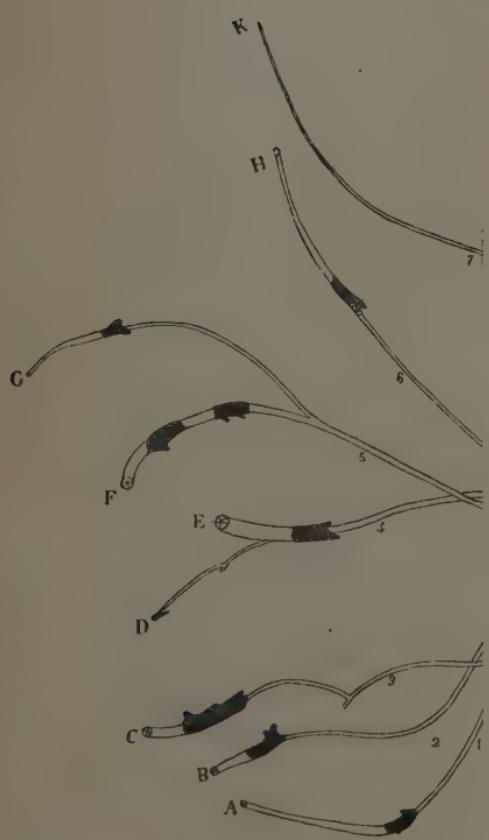
(1) Voir CARRIÈRE, *Traité général des conifères*. Paris, 1867.

(2) Le seul épicéa analogue à celui du Charmois, signalé jusqu'ici en France, est celui du parc de Barville (Eure); il avait, en 1890, 29<sup>m</sup>,50 de hauteur, 3<sup>m</sup>,60 de circonférence à 1 mètre du sol et présentait dix-huit branches enracinées dont une donnant naissance à trois flèches. La plus grosse des tiges secondaires, distante de 5<sup>m</sup>,50 du tronc principal, avait alors 1<sup>m</sup>,35 de tour à hauteur de poitrine. (HENRY QUEVILLY, « Curiosités végétales de Barville près Thiberville », dans *L'Annuaire normand*. Caen et Rouen, 1884. — H. GADEAU DE KERVILLE, *Les Vieux arbres de la Normandie*, fascicule I. Paris, Bailliére, 1891.)

D'une façon générale, le marcottage naturel est rare chez les résineux ; on l'a constaté cependant aussi chez le *Picea nigra Doumetii*, du parc de Baleine (Allier) [CHARLES BALLET, *De l'action du froid sur les végétaux*; Paris, J. Tremblay, 1882, p. 299] et chez un *Thuya gigantea* du domaine d'Harcourt (R. HICKEL et L. PARDE, *Feuille des jeunes naturalistes*, 1<sup>er</sup> octobre 1902).

(3) Il semblerait, d'après une observation faite par M. le Garde général Guinier, que la faculté d'émettre des racines adventives soit plus développée sur le tronc que sur les rameaux. Un épicéa de la forêt de la Grande Chartreuse, canton de Malissart, situé sur les bords d'un torrent, se trouva lors d'une lave enlisé jusqu'à une hauteur de 2 mètres par la boue. Plusieurs années plus tard une crue d'eau claire dégagait le pied de l'arbre. On constatait alors que celui-ci possédait sur le tronc un enracinement situé à peu près à la hauteur où s'élevaient les terres charriées, enracinement qui s'était formé après leur dépôt ; sur les branches qui avaient été partiellement enterrées on ne remarquait pas trace de racines adventives.

Une remarque analogue a été faite en Suisse par M. F. Fankhauser (*Journal forestier suisse*, numéro de décembre 1900).



N. B. — *Les*



## TABLEAU

Tige principale : hauteur totale 21<sup>m</sup>50. — Circonference à 1<sup>m</sup>30 au-dessus du sol : 2<sup>m</sup>70.

N° MÉRUS.	HAUTEUR d'insertion sur le tronc.	BRANCHES.			TIGES SECONDAIRES.			OBSERVATIONS.
		CIRCONFERENCES.		LETTERS indicatives.				
		Avant enracinement.	Après enracinement.		HAUTEUR au-dessus du sol.	mètres.	mètres.	
	mètres.	mètres.	mètres.					
1	0,80	3,40	0,25	0,21	0,35	0,23	3,00	A (1)
2	1,25	3,90	0,18	0,12	0,48	0,37	7,20	B
3	0,95	4,10	0,20	0,12	0,44	0,35	7,00	C
4	0,35	2,60	0,20	0,10	0,24	0,14	5,00	D (2)
5	0,70	3,70	0,22	0,13	0,50	0,40	8,50	E
6	1,50	3,00	0,19	0,12	0,20	0,10	9,15	F (3)
7	1,50	5,00	0,19	0,19	0,30	0,19	4,00	G (4)
8	0,80	4,70	0,28	0,12	0,28	0,18	4,00	H
9	0,95	4,40	0,23	0,14	0,20	0,09	2,30	K (5)
								L
								M
								N

(1) Tige secondaire en batonnnette.

(2) L'enracinement de D est à 4<sup>m</sup>,40 du tronc et à 1<sup>m</sup>,20 de la branche principale formant E.

(3) Il y a deux enracinements successifs ; la circonference de 0<sup>m</sup>,13 est mesurée avant le premier, celle de 0<sup>m</sup>,50 après le second.

(4) L'enracinement de G est à 2<sup>m</sup>,20 de la branche principale formant F.

(5) Branche non enracinée mais se redressant nettement à son extrémité.

L'examen des données qui précédent démontre l'existence, chez l'arbre étudié, d'une faculté de marcottage très développée. Il présente en effet actuellement huit branches engrainées<sup>(1)</sup>, appartenant à six verticilles différents du tronc<sup>(2)</sup>; et le nombre en serait probablement plus grand si l'extrémité de plusieurs rameaux traînant sur le sol n'avait été coupée en fauchant l'herbe de la pelouse environnante. De plus trois de ces branches ont formé chacune deux tiges secondaires.

Chez la première<sup>(4)</sup>, après son engrainement, un rameau latéral (devenu par suite une branche de la flèche E) s'est engrainé à son tour, donnant naissance à la tige D qu'on peut, par suite, qualifier de tertiaire.

La branche 5 produit la tige F, tandis qu'un rameau, qui se détache d'elle avant son point de contact avec le sol, forme la flèche G.

Enfin, sur la branche 8, il n'y a qu'un engrainement, mais son extrémité n'est pas seule à s'être redressée, un rameau latéral en a fait autant; il y a ainsi deux tiges secondaires L et M possédant une souche commune.

Si on ajoute à ce qui précède que le sol est argileux, assez compact, et normalement sec à l'abri de l'épicéa, il faut reconnaître à celui-ci une faculté d'engrainement des branches tout à fait particulière.

Cette faculté constitue bien une qualité propre, intrinsèque de l'arbre du Charmois, les circonstances extérieures ne paraissent en effet l'influencer en rien. On vient de voir que le terrain était peu favorable au développement des racines adventives, le rôle de l'insolation paraît nul, tout au moins l'orientation des branches est-elle indifférente<sup>(3)</sup>. Si en effet la plupart de celles qui sont marcottées se trouvent à l'ouest d'une ligne nord-sud passant par le tronc principal, il en est une (9) qui se dirige franchement vers l'est. De plus, comme il a été déjà dit, on peut constater dans le secteur sud-est que l'extrémité d'un certain nombre de branches

(1) Une neuvième (7) donne une tige secondaire (K) sans être encore engrainée.

Parmi les branches insérées sur le tronc entre le sol et 1<sup>m</sup>,50 de hauteur qui subsistent encore aujourd'hui, il n'y en a que deux qui ne soient pas marcottées.

(2) Les verticilles sont compris entre 0<sup>m</sup>,35 et 1<sup>m</sup>,50 de hauteur au-dessus du sol, trois d'entre eux présentent deux branches marcottées, les trois autres n'en ont qu'une.

(3) Il est probable en effet que la situation isolée de l'épicéa n'est pas sans influence; en massif, le même arbre ne se serait peut-être pas marcotté,

basse sa été coupée, ce qui a empêché la formation de tiges secondaires. La production de ces dernières n'est enfin pas la conséquence d'un état même passager de langueur ou de déperissement du tronc principal, contre lequel une réaction aurait eu lieu chez les branches convenablement situées pour s'alimenter directement au sol. Sur toute sa hauteur l'épicéa étudié a une superbe végétation et les tiges secondaires datent d'époques différentes.

C'est donc à l'examen de l'arbre lui-même qu'il faut demander la raison de cette propriété qu'il possède d'émettre des racines adventives sur presque tous les points où ses branches, voire ses rameaux, sont en contact avec le sol. Pour cela il convient de se rendre compte de la façon dont se produit cet enracinement qui peut être, soit antérieur, soit postérieur à la formation des tiges secondaires.

L'observation d'une branche traînante, non encore enracinée (7) mais à flèche déjà nettement formée (K), conduit à penser que le redressement des extrémités des branches et rameaux a toujours précédé leur ancrage au sol au moyen de racines. Cette opinion est confirmée par l'examen de la forme même des branches, qui, au moins dans la partie basse du tronc, s'inclinent d'abord vers le sol à partir de leur point d'insertion, puis se relèvent plus ou moins franchement; plusieurs se terminent ainsi par une partie presque verticale garnie de verticilles complets et bien feuillés.

Il semble dès lors que les choses se soient passées de la façon suivante. Tous les bourgeons latéraux de l'extrémité d'un rameau venant à bien, alors que normalement un certain nombre avortent, il faut à ce rameau plus de nourriture qu'à un autre, et d'autant plus qu'il s'est développé de verticilles. Il arrive donc un moment où le tronc ne suffit plus à alimenter la branche qui, alors, ou se dénude, ou, si la chose est possible, c'est-à-dire s'il y a contact avec le sol, émet des racines adventives<sup>(1)</sup>. Une fois l'enracinement constitué, non seulement la tige secondaire ainsi constituée peut végéter convenablement, mais elle se développe vigoureusement.

Dans le cas particulier de l'épicéa du Charmois la faculté de

(1) Ce contact s'établit d'ailleurs plus facilement chez les branches à rameaux en verticille que chez les autres, à cause du poids plus fort qui les entraîne vers la terre. C'est ainsi que sur l'arbre du Charmois des branches insérées à 1<sup>m</sup>,20 et 1<sup>m</sup>,50 au-dessus du sol se sont marcottées.

marcottage paraît donc une conséquence du port de l'arbre, sans qu'il soit toutefois possible de dire qu'elle en dépend exclusivement. La courbure des branches, leur redressement et la présence

de verticilles à leur extrémité se rencontrent chez beaucoup d'épicéas sans qu'il en résulte de marcottes. Ces conditions, qui ne sont pas suffisantes, sont-elles au moins nécessaires ? Elles ne sont pas en tous cas indispensables pour l'émission de racines adventives, d'après une constatation faite par M. le Professeur Fliche, aux environs de Sens, sur une branche traînante, étalée sur le sol, à rameaux disposés dans un même plan (1). [Voir la figure.] Mais aucun redressement de l'extrémité ne semble devoir être la conséquence de l'enracinement, tout au moins aucune tendance à la formation d'une flèche ne se manifeste encore. Il est donc douteux qu'on soit en présence d'une marcotte proprement dite, et jusqu'à preuve du contraire on peut admettre que la faculté de reproduction par

cette voie est réservée aux épicéas dont les branches basses, après s'être plus ou moins inclinées vers la terre, se relèvent presque verticalement. Cette conclusion n'a guère toutefois que la valeur d'une hypothèse, puisqu'elle ne résulte que d'observations faites sur un seul sujet.

La conséquence du marcottage est la formation de tiges secondaires; toutes celles de l'arbre du Charnois sont encore en relation avec le tronc parent, mais il semble que cette relation pourrait, chez les plus âgées, être supprimée sans inconvenient,

(1) Cette branche provient d'un arbre du bois de Champétu, canton des Terres-Blanches, âgé de 40 à 45 ans, ayant une hauteur de 7 à 8 mètres et une circonférence à hauteur d'homme de 0<sup>m</sup>,35; il présentait encore deux autres branches basses enracinées. De nombreux épicéas voisins ont des rameaux traînans semblables et à demi enterrés, mais ne présentent pas de racines adventives.



Branche d'épicéa  
avec racines adventives.  
(D'après une photographie.)

car si la branche continue à vivre entre ses points d'insertion et d'enracinement, elle ne se développe pour ainsi dire plus. Il suffit pour s'en rendre compte de comparer les grosseurs des branches marcottées et non marcottées, les premières sont beaucoup plus faibles. Il n'y a d'autre part aucun rapport entre le diamètre de celles-ci et les dimensions des tiges secondaires auxquelles elles ont donné naissance, et dont l'importance varie avec celle de leur enracinement. Ces tiges s'individualisent de plus en plus et finiront par se comporter exactement comme des sujets distincts du tronc principal.

Ces jeunes épicéas qui entourent l'ancien se créeront-ils à leur tour une ceinture de marcottes ? La chose est possible, puisque dans la reproduction par voie asexuée toutes les propriétés et particularités se transmettent d'ordinaire sans altération, et qu'aucun obstacle ne s'oppose à l'extension de l'arbre sur la pelouse qui l'environne. Son évolution sera intéressante à suivre, et les données de la présente notice, sorte de procès-verbal de l'état actuel, pourront servir plus tard à des comparaisons instructives. Quoi qu'il advienne d'ailleurs, l'épicéa du Charmois constitue déjà maintenant, non seulement l'ornement d'un parc, mais une curiosité végétale qui mérite d'être connue et signalée.

#### **Sur les sous-sels de baryum, par M. GUNTZ.**

L'action du baryum sur son chlorure est très intéressante; chauffons lentement quantités équivalentes de Ba + BaCl<sup>2</sup> dans une nacelle en fer placée dans un tube de porcelaine où l'on fait le vide, et maintenons la température un peu au-dessus de 850°.

Le baryum fond à cette température, et vient au contact des fragments de BaCl<sup>2</sup>. Au bout d'un certain temps on laisse refroidir l'appareil et on examine BaCl<sup>2</sup>. Les fragments sont complètement transformés, sans changement de forme, en une matière brune homogène au microscope, cristalline, et, sous l'action de l'eau, dégageant de l'hydrogène: c'est du sous-chlorure de baryum BaCl. Il est difficile d'avoir ce composé pur, car si on le chauffe au rouge vers 1 000° pour fondre le produit, il perd du baryum par volatilisation dans le vide et laisse finalement BaCl<sup>2</sup>. On peut

montrer également la formation de ce composé en projetant du baryum dans son chlorure fondu, le métal se dissout d'abord, puis brûle avec une flamme jaune verdâtre au contact de l'air.

Cette réaction du baryum sur son chlorure est très importante car elle explique la cause des insuccès dans la préparation du baryum par électrolyse de son chlorure.

En effet, lorsqu'on électrolyse du chlorure de baryum fondu avec une anode de carbone, l'expérience montre qu'au commencement il se dégage du chlore, puis que le courant diminue d'intensité, et passe sans produire aucun effet utile. Le produit obtenu dégage un peu d'hydrogène lorsqu'on le projette dans l'eau, montrant ainsi la formation de BaCl, mais on ne trouve aucune trace de métal.

On peut expliquer ce fait en admettant que le baryum produit au commencement de la réaction se dissout dans  $\text{BaCl}_2$  fondu pour donner à la cathode du  $\text{BaCl}$  composé très résistant qui a pour effet, en diminuant la conductibilité du chlorure fondu, de diminuer également l'intensité du courant.

En se diffusant dans toute la masse, il arrive bientôt à l'anode où il absorbe le chlore tendant à se dégager pour redonner  $\text{BaCl}_2$ . Au bout d'un certain temps, il se produit un régime d'équilibre où il se forme autant de  $\text{BaCl}_2$  qu'il s'en détruit.

Lorsqu'on électrolyse, au contraire, un mélange de  $\text{BaCl}_2 + \text{NaCl}$ , c'est le chlorure de sodium qui se décompose le premier ; il se dégage Cl avec formation de Na qui, réagissant sur  $\text{BaCl}_2$ , donne  $\text{BaCl}$  qui, en se diffusant dans la masse, agit comme dans le cas de  $\text{BaCl}_2$  pur. Une différence cependant, le mélange a une conductibilité qui varie peu, ce qui vient à l'appui de l'hypothèse que c'est le  $\text{NaCl}$  seul qui est électrolyisé et que  $\text{BaCl}$  provient d'une réaction secondaire.

Pour le vérifier, j'ai fait réagir le sodium sur le chlorure de baryum : j'ai employé un épais creuset de fer, muni d'un couvercle à vis bien ajusté, chauffé au four Perrot à une température déterminée qu'on mesure par une pince thermoélectrique fixée contre la paroi extérieure du creuset.

J'ai pris des poids de substances correspondant à la réaction  $\text{BaCl}_2 + 2\text{Na}$ , en chauffant vers  $1000^\circ$ . Lorsqu'on ouvre le creuset, on trouve une masse fondue, d'un blanc grisâtre, recouverte par le sodium qui n'a pas réagi. L'analyse de la masse cristalline

a été faite en dosant le baryum à l'état de sulfate de baryte et le chlore par le sulfocyanate, j'ai trouvé : Ba, 60.12 et 60.28 (moy. 60.20); Cl, 31.02 et 31.02 (moy. 31.02) — théorie pour BaCl. NaCl: Ba, 50.40; Cl, 30.65.

Ces nombres concordent avec la théorie.

Comme l'on indique dans un certain nombre de mémoires que l'iode de baryum était réduit par le sodium en donnant le métal j'ai répété avec le plus grand soin ces expériences en chauffant dans le même appareil  $BaI_2$  sec + 2Na.

À 400° le sodium ne réagit pas; il n'en est pas de même à des températures plus élevées comprises entre 800 et 1 000°.

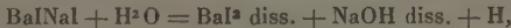
Comme avec le chlorure, on trouve au fond du creuset une masse cristalline, homogène au microscope, d'iode double BaI, NaI. J'ai dosé les trois éléments dans ce composé et voici les résultats :

Trouvé (1<sup>re</sup> prépar.): Ba, 33.31 et 33.17; I, 60.68.

— (2<sup>e</sup> prépar.): Ba, 32.60 et 32.72; I, 61.28; Na, 5.71.

Théorie pour BaINaI : Ba, 33.18; I, 61.26; Na, 5.56.

L'eau attaque ce composé en dégageant de l'hydrogène



et j'ai vérifié que le volume d'hydrogène ainsi que l'alcalinité correspondaient bien à la théorie, j'ai trouvé, par exemple, que le rapport du  $\frac{\text{Alcal.}}{V_n}$

= 11.59, la théorie exigeant 11.20.

$V_n$  étant le volume d'H dégagé par un certain poids du composé l'alcalinité étant exprimée par le nombre de centimètres cubes

d'HCl  $\frac{N}{10}$  nécessaires pour la neutralisation du même poids.

J'ai recommencé de la même manière ces expériences avec les bromure et fluorure de baryum et dans les mêmes conditions le résultat est identique ; il s'est formé chaque fois au fond du creuset le sous-sel correspondant pur. Voici, d'ailleurs, les résultats de l'analyse. Trouvé: Ba, 42.11 et 42.21; Br, 50.68 — calculé pour BaBr NaBr: Ba, 42.89; Br, 49.92. — Trouvé: Ba, 68.15 et 68.09; Na, 10.42 — calculé pour BaF NaF: Ba, 69.20; Na, 11.61.

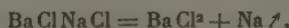
Ce qui semble indiquer pour le fluorure double un petit excès de NaF.

Ces différentes combinaisons n'avaient pas encore été obtenues ; cependant M. Cl. Limbs (<sup>1</sup>) avait signalé la formation d'un sous-sel de baryum dans l'action de Na sur un mélange de Ba F<sup>2</sup> — NaF, mais sans en déterminer la composition.

Tous ces sous-sels ont des propriétés semblables. Ils ont une formule du type BaX, NaX.

X étant un des quatre éléments F, Cl, Br, I, ils décomposent l'eau facilement, sauf le fluorure dont l'action sur l'eau est plus lente, ce qui s'explique par l'insolubilité du fluorure de baryum.

Lorsqu'on chauffe un de ces sels, BaClNaCl par exemple, dans le vide vers 700°, il se volatilise du sodium et il reste BaCl<sup>2</sup> dans la nacelle



et cette réaction joue également un grand rôle dans l'électrolyse du chlorure double de baryum et de sodium.

(Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.)

#### Dosage de petites quantités d'argent en présence de beaucoup de plomb, par MM. ARTH et NICOLAS.

La séparation électrolytique de ces deux métaux dans une solution azotique a déjà été décrite par plusieurs auteurs, mais il semble que l'on n'ait pas pris spécialement en considération le point de vue qui nous occupe. Nous nous sommes donc attachés à déterminer la tension du courant qui permet d'extraire la totalité de l'argent contenu dans une dissolution de nitrate de plomb, en ne touchant que le moins possible à ce dernier métal.

Nous nous sommes arrêtés en définitive à la tension de 1,1 volt.

L'usage des cathodes en toile de platine, préconisées par C. Winckler, nous a donné de bons résultats, en chauffant le bain à 55°-60° environ ; à la température ordinaire, le dépôt de l'argent est pénible et incomplet.

Les solutions électrolysées renfermaient 1 p. 100 d'acide azo-

(1) *Thèse de la Faculté des sciences de Paris, 1895.*

tique libre et quelques centimètres cubes d'alcool ; il est utile, afin de ne pas rendre l'opération trop longue, d'agiter le liquide pendant l'électrolyse, de manière à multiplier le contact avec les électrodes.

Nous avons pu travailler ainsi avec des solutions contenant jusqu'à 100 grammes de plomb dans 250<sup>cc</sup> de liquide et en extraire moins de 0,001 d'argent.

On sait d'ailleurs que le cuivre ne se dépose pas dans ces conditions, nous avons également reconnu que le bismuth ne se précipite pas davantage.

(Institut chimique de Nancy.)

---



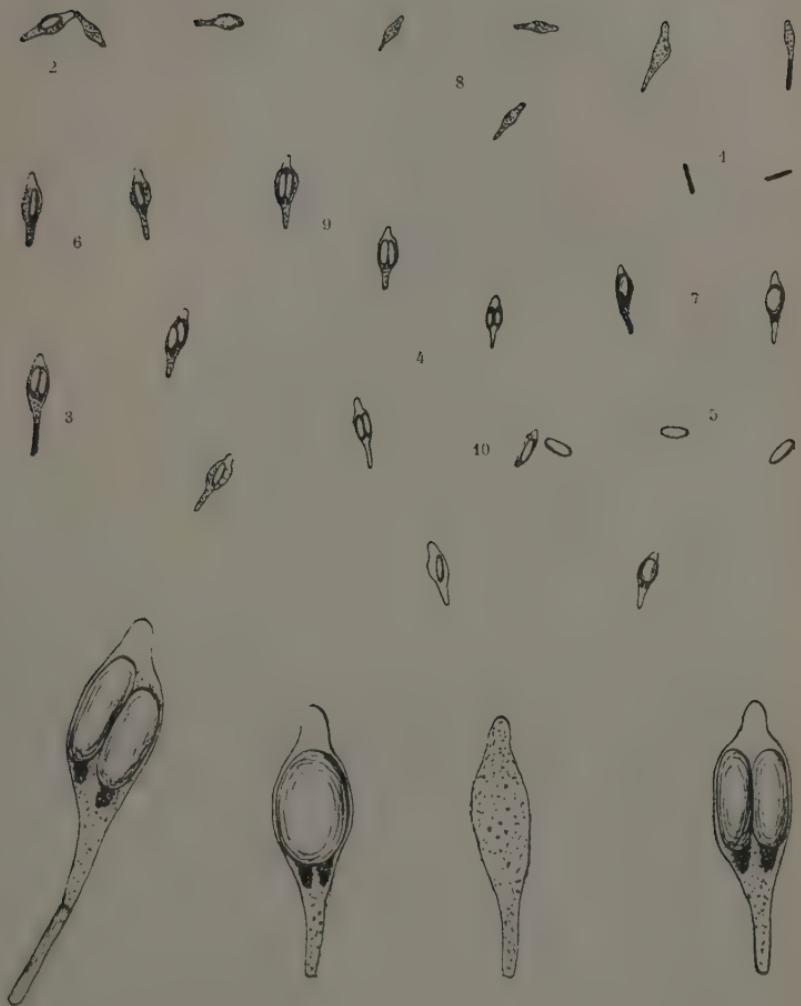


1

3







P. Vuillemin del\*

CLOSTRIDIUM DISPORUM





Vue d'ensemble  
prise du côté Ouest





Tiges secondaires C à G

(Vue prise au Sud)





Jeune tige secondaire (N)  
(Vue prise au Sud)



Pl. IV.

Tige G

Tige F Tige E

Tige D Branche 6



Branche 4

Branche 4

Tige H

Marcottes et Tiges secondaires  
(Vue prise à l'intérieur de l'arbre)

