

215  
Mars 1957

Nouvelle Série - Tome XVI

Numéro 4

**BULLETIN**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ DES SCIENCES**  
DE  
**NANCY**  
(FONDÉE EN 1828)

TRIMESTRIEL

Abonnement annuel : 500 fr.



NANCY

IMPRIMERIE GEORGES THOMAS

Angle des rues de Solignac et Henri-Lepage

1957



**BULLETIN**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ DES SCIENCES**

DE

**NANCY**

(Fondée en 1828)

SIÈGE SOCIAL :

Institut de Zoologie, 30, Rue Sainte-Catherine - NANCY

**SOMMAIRE**

N. CÉZARD : Une station nouvelle de <i>Sisyrinchium bermudanum</i> L. ....	180
A. MEUNIER : Les richesses en eaux minérales des Vosges et de la Lorraine. Quelques conceptions récentes de l'activité des eaux .....	183
H. COURBET, Cl. FABERT, J. PAYEN et R.-G. WERNER : Contribution à l'étude de la flore cryptogamique des Vosges .....	198
H. COURBET : A propos de la dissémination des spores de Fougères .....	214
J. SOLEIL : Chimiothérapie du cancer .....	218
F. BERTHAULT : Recherches sur la pasteurisation du lait après mise en bouteille .....	244
Liste des revues déposées à la Bibliothèque municipale par la Société des Sciences en 1956 .....	256
Table alphabétique des Auteurs (années 1956 et 1957) .....	263
Comptes rendus des séances .....	264

**UNE STATION NOUVELLE  
DE SISYRINCHIUM BERMUDIANUM L.\***

PAR

N. CÉZARD

---

C'est une plante annuelle de la famille des Iridacées. Originnaire de l'Amérique du Nord, elle a une tendance assez discrète à se disperser sur le vieux continent; on en connaît plusieurs stations en Europe, assez éloignées l'une de l'autre, les premières ont été signalées en 1873 en Irlande.

En France, P. FOURNIER (1) la cite en Côte-d'Or et en Haute-Marne. Elle était connue dans les Alpes-Maritimes et les Basses-Pyrénées et nous l'avons trouvée dans l'Argonne, où elle est en extension aux bords des chemins forestiers (2), à la 81<sup>e</sup> Session de la Société Botanique de France de juillet 1953.

Pour notre région, MM. les Professeurs FLORENTIN et LIENHART l'ont signalée (3) sur le versant Ouest de la Forêt de l'Avant-Garde, sous bois, au bord du chemin joignant la tranchée de Saizerais à Liverdun. Elle aurait été signalée verbalement en forêt de Puvenelle, ceci sans garantie d'authenticité.

Enfin, en 1954, M. l'Abbé EBEL, qui était à l'époque Curé de Valhey, l'a trouvée un matin de juin dans les bois de Bénamont entre Bathélémont et Arracourt.

Ce bois, qui contient en outre plusieurs colonies de *Lis Martagon*, est peu connu des botanistes. Ses lisières Sud, où a été trouvé *Sisyrinchium bermudianum*, offraient en 1917

\* Note présentée à la séance du 14 février 1957.

(1) P. FOURNIER, *Les Quatre Flores de la France*

(2) Georges MANGENOT, *L'Argonne*. 81<sup>e</sup> Session, *Bordure orientale du Bassin Parisien*, p. 16. *Bull. Soc. Botanique de France*.

(3) C. R. des Séances de la Société de Biologie, t. XC, p. 1.057.

une situation abritée par rapport au front et ont été occupées par les troupes dans ce secteur.

C'est dans la région de Bathelémont que les premiers soldats des Etats-Unis d'Amérique ont combattu, ainsi que le rappelle le monument érigé dans ce village « Aux premiers soldats Américains tombés en Lorraine ».

Ainsi nous avons tout naturellement pensé à l'une des hypothèses envisagées par MM. FLORENTIN et LIENHART: l'introduction de cette plante par les fourrages venus d'Amérique pour la nourriture des chevaux.

S'il en était ainsi, cette station aurait bientôt quarante ans d'existence; il n'est pas question des combats de 1944 où il n'y avait plus de chevaux. Elle a été de nouveau visitée par M. l'Abbé EBEL en 1955. En plus de l'emplacement vu la première fois en bordure du bois, il a trouvé, en remontant la pente, de chaque côté de la tranchée principale, plusieurs autres stations bien fournies.

Nous remercions M. l'Abbé EBEL, savant botaniste, dont la modestie a préféré nous confier le soin de publier ces intéressants détails.

#### *Comportement de la plante*

Il semble qu'elle préfère les sols forestiers. A l'Avant-Garde et en Argonne le terrain est nettement humide, mais elle est susceptible de se plaire en terrain relativement sec.

Sa taille était assez élevée en Argonne, 20 à 30 cm, car elle était en concurrence avec des graminées assez hautes avec lesquelles elle se confondait (4). Les échantillons de Bénamont mesurent 10 à 15 cm, ce qui doit être sa taille normale.

Je l'ai cultivée au Muséum de Paris, où elle se resemait sur place, et aux environs. Si elle atteignait 10/12 cm à l'abri des bordures, elle était minuscule au centre de son emplacement, sans doute par épuisement du terrain; ce qui ne l'empêchait pas de fleurir.

(4) C'est également la taille de cette plante à l'Avant-Garde (note de M. le Dr FLORENTIN).

Les feuilles sont ensiformes, ce qui donne l'apparence d'Iris en miniature, mais la fleur est régulière et étalée en étoile. Sa couleur d'un beau bleu ciel, l'a fait nommer « la plante aux yeux bleus ». Les pétales sont brusquement tronqués et terminés en pointe.

La floraison est fugace, surtout par grande luminosité, aussi, si nous allons un jour la rechercher, il sera nécessaire de partir de bonne heure afin de voir cette plante dans toute la richesse de sa floraison.

Ajoutons encore qu'elle a été nommée par certains botanistes *S. angustifolium* Mill. Le nom de *Bermudianum* peut, en effet, paraître restrictif pour une plante ayant une aire de dispersion aussi considérable.

A plusieurs reprises, j'ai essayé de la semer au Jardin Botanique, mais son résultat. Les graines perdraient-elles rapidement leurs facultés germinatives? (5).

Il est probable, puisque C. GUINET (6) recommande le semis direct. Ce qui repose le problème de la dissémination par les fourrages, à moins que les graines, conservées dans leurs capsules, gardent plus longtemps leur pouvoir germinatif.

(5) J'ai eu une fois un espoir, mais à la floraison j'ai remarqué que c'était le *Sisyrinchium striatum* Smith qui nous avait été envoyé par erreur.

(6) Le Bon Jardinier, 151<sup>e</sup> édition.

LES RICHESSES EN EAUX MINÉRALES  
DES VOSGES ET DE LA LORRAINE.  
QUELQUES CONCEPTIONS RÉCENTES  
DE L'ACTIVITÉ DES EAUX\*

PAR

A. MEUNIER

---

« Ariston men udor ». Il n'y a rien de meilleur que l'eau. Telle était du moins l'opinion du poète Pindare qui proclamait cet aphorisme dès l'Antiquité.

Des quatre éléments que distinguait la vieille philosophie, l'eau est certainement celui qui a tenu la première place dans le cœur de l'homme, non point qu'il le considère toujours pour bénéfique. Nous avons tous une crainte superstitieuse des eaux noires, celle des étangs encaissés entre les arbres, celle de l'Océan les jours de tempête. Mais inversement, l'eau possède un pouvoir de purification et de guérison aussi bien au physique qu'au moral. Toutes les religions communient dans cet emploi de l'eau pour les purifications rituelles.

Nos aïeux ne disposaient que de moyens rudimentaires pour apprécier la valeur de l'eau. Aussi, pour masquer leur ignorance, expliquaient-ils par un pouvoir divin les vertus de toutes les sources. Bue à telle fontaine, l'eau développait la mémoire, celle du Léthé la faisait perdre. Toute l'Antiquité a rêvé d'esprits bienfaisants cachés dans les fontaines et c'est la reconnaissance spontanée des hommes qui a su inspirer ces merveilleuses légendes à la gloire de l'eau.

La France, dans cette répartition des sources, est un pays particulièrement gâté. Les historiens supposent que le culte des eaux constituait le fond de toute la médecine druidique. Camille Jullian estime que les sources en Gaule étaient divinisées au temps des Ligures: « *emicant benigne* », leur scintillement est un sourire de bienfaisance.

\* Conférence donnée le 11 avril 1957.

Sans m'attarder dans ces généralités, je voudrais essayer de vous faire apprécier ce soir la richesse hydro-minérale de notre sous-sol lorrain.

Si nous essayons, en effet, d'établir le bilan de cette richesse souterraine régionale, nous remarquons qu'à côté de villes d'eaux réputées, il existe une foule de sources minérales, chaudes ou froides, peu connues ou même ignorées des Lorrains.

Certaines d'entre elles ont eu autrefois leur époque de célébrité.

Pour rendre plus clair cet exposé, nous distinguerons d'une part les sources chaudes, d'autre part les sources froides.

#### SOURCES CHAUDES

L'origine des sources chaudes est granitique ou gréseuse. En examinant cette carte, vous pouvez constater que les sources d'origine granitique s'échelonnent suivant une ligne orientée de l'Est à l'Ouest.

Cette orientation correspond à un accident important de l'écorce granitique donnant issue à des eaux d'origine profonde. Les diverses émergences que je vais vous indiquer sont en relation avec les sillons formés par les multiples vallées qui entaillent la région du grès bigarré (vallées du Bagnoret, de la Semouze, de l'Augrogne, de la Combeauté, du Coney, de l'Apance).

Sept sources chaudes ou groupes de sources chaudes jalonnent cette ligne hydro-thermale. Nous y trouvons d'abord les stations bien connues de Plombières, Luxeuil, Bains-les-Bois et Bourbonne. Mais entre elles s'intercalent trois autres sources à peine connues :

La Chaude-Fontaine de Reherrey, près de Vecoux, à l'Est de Remiremont, dont un de mes élèves poursuit l'étude dans un travail d'ensemble sur les affluents de la Haute Moselle ;

La Chaudeau, près des forges du même nom, dans le lit même de la Semouze, à quelques kilomètres en amont d'Aillevillers ;

La source des Fontaines-Chaudes, dans la forêt des Claires-Voivres, à 6 kilomètres au Nord-Ouest de Bains.

Leur thermalité varie de 21° à 74°, elles ont comme caractères communs : la radio-activité, la richesse en gaz rares, une faible minéralisation totale qui peut les faire classer dans les eaux indéterminées. Seules, à ce point de vue, les eaux chaudes de Bourbonne font exception à cette règle, leur minéralisation totale étant de 7,33 g dont 5,20 g de NaCl, ce qui les classe dans les eaux chlorurées sodiques moyennes.

Quant aux eaux thermales d'origine gréseuse, le type en est Nancy-Thermal. Certains les considèrent comme des eaux météoriques.

Les eaux de pluie infiltrées dans les grès au niveau des affleurements vosgiens descendent assez profondément tout en restant bridées au-dessus par le muschelkalk marneux, au-dessous par le permien et le houiller.

Cette nappe captive jaillit facilement dès qu'on fore un puits artésien. C'est en fait ce qui s'est produit dans divers sondages exécutés pour rechercher soit le sel comme à Mondorf, soit le pétrole comme à Morsbronn, soit la houille comme aux environs de Nancy, notamment dans la vallée de la Seille et sur le plateau de Haye. D'où l'idée de Lantier en 1909 de créer Nancy-Thermal.

A Nancy, comme à Mondorf, la thermalité des eaux varie de 23° à 38° mais leurs propriétés physico-chimiques sont différentes, l'eau de Nancy-Thermal étant à faible minéralisation alors que l'eau de Mondorf est une chlorurée sodique forte.

A remarquer également que l'eau du Parc Sainte-Marie, par sa radioactivité propre et la présence notable de gaz rares dont l'Hélium, s'apparente aux eaux profondes, ce qui permet de lui supposer une double origine.

#### SOURCES FROIDES

Ces sources sont en Lorraine extrêmement riches et extrêmement variées. Suivant leurs dominantes chimiques nous pouvons les classer en :

- 1° Sulfatées calciques,
- 2° Sulfureuses,
- 3° Ferrugineuses.



### I. Sources sulfatées calciques

Si nous observons, d'après les cartes géologiques régionales, les principaux faisceaux de failles accidentant la région lorraine dans la zone du Trias, nous remarquons que beaucoup sont orientées du N.E. vers le S.W. et que de nombreuses sources sont échelonnées suivant ces lignes.

Les eaux sont météoriques mais assez profondes car elles proviennent d'une zone intermédiaire au muschelkalk inférieur et au grès bigarré. Par suite de dénivellations stratigraphiques on voit ces eaux sourdre dans les différents sous-étages du Trias.

Enumérons rapidement ces sources sulfatées calciques. En partant du N.E. nous trouvons sur le versant septentrional des vosges :

La source de la Laxière près de La Neuville-aux-Bois, celle de Nonhigny près de Blâmont.

Puis sur le versant occidental et en s'en écartant progressivement vers le S.O. : la source de Montfort, près de la gare de Deinvilliers ; la source du Pré Rambaulx ou source Ferrée, à 3 km au Nord de Moriville ; la Fontaine Valère, à 2 km de Saint-Vallier ; la Fontaine des Saumures, à 2 km S.E. de Circourt, sur le versant O. de la côte de Virine ; la source d'Heucheloup, vers Hagécourt, dont les eaux sont amenées, par une conduite de 7 km de longueur, dans un petit parc au bord de la route de Mattaincourt à Hymont ; la source du Rey, à Remoncourt ; la source Salée ou source Hépar, à 2 km 1/2 de Vittel, dont les eaux sont dérivées sur l'Etablissement de Vittel ; la Fontaine de Rondbuisson, ou source des Quatre-Seigneurs, à 2 km S.O. de Norroy-sur-Vair et que Louis Bouloumié, le fondateur de Vittel, songea un instant à exploiter ; la source Pompitius d'Oustrancourt, voisine de la précédente ; le groupe d'émergences et de forages de Vittel et de Contrexéville ; la source de Lignéville ; celles de Martigny ; le groupe de la Fontaine-aux-Dames, près de Larmarche ; la source de Colombey-les-Choiseul ; la source Bayard, à Larivière, à 9 km de Bourbonne ; la source Maynard, près de Bourbonne.

Nous n'aurions garde d'oublier, à l'écart de cette direc-

tion générale, vers le Nord, la source des Récollets à Longwy, vers le Sud, la source de Velleminfroy, entre Vesoul et Lure.

Outre leur origine triasique commune, ces sources ont pour caractéristique principale une minéralisation assez élevée oscillant entre 1 g et 3 g par litre où les éléments sulfatés, calcique et magnésien sont prédominants, une température de 10° à 12° en moyenne, et la constance de leur débit et de leur limpidité.

### 2. *Source sulfureuse*

La source sulfurée sodique de Dolaincourt, à l'Est de Neufchâteau, représente pour la Lorraine et à elle seule une seconde catégorie de source froide.

C'est un fait un peu paradoxal de trouver sur le plateau lorrain une eau minérale sulfurée sodique. Ces eaux surgissent surtout au milieu des terrains primitifs et sont généralement des eaux chaudes.

Les sources sulfurées froides qui se rencontrent en plaine dans les terrains secondaires sont avant tout des sulfurées calciques dont on explique la formation dans les couches superficielles par la réduction des sulfates en présence des matières organiques.

Le fait intéressant vient de ce que cette eau de Dolaincourt se place par son degré de sulfuration (plus de 63 mg de sulfure de sodium par litre) au quatrième rang des sources sulfurées sodiques françaises, après Challes et Luchon, bien avant Barèges, Cauterets et Eaux-Bonnes. Elle renferme des traces appréciables d'arsenic. Elle coule modestement dans un pré et mérite mieux que son sort actuel. Espérons qu'un jour un mécène bienfaisant saura la mettre en valeur et lui permettra d'acquérir une juste renommée.

### 3. *Sources ferrugineuses*

Nous terminerons cette énumération par les sources ferrugineuses qui établissent en Lorraine une transition entre les sources communes et les sources minérales.

Vous connaissez tous l'abondance du fer dans notre ré-

gion et toutes les eaux examinées en contiennent au moins des traces. Le nombre de ces sources est considérable, on les découvre un peu partout.

Signalons au hasard la source Elisabeth à Bourbonne; la Fontaine de Mazu à Saint-Menge; la source des Trémeurs près de Bains; la source Bourdeille à Plombières; la Salmade au-dessus de Rupt-sur-Moselle.

Plus particulièrement mentionnons la Fontaine Rouge de Pont-à-Mousson, qui eut aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles une grande célébrité. Le Cardinal de Richelieu lui rendit visite et les Ducs de Lorraine y fortifièrent leur santé.

Je n'aurai garde d'oublier les sources ferrugineuses de Saint-Dié, connues des Romains, très réputées au Moyen Age. Oubliées près de deux siècles, elles furent redécouvertes en 1779 et analysées par Nicolas, démonstrateur de chimie à l'Université de Nancy.

Nancéien d'adoption, je manquerais à tous mes devoirs en ne vous citant pas la Fontaine Saint-Thiébaud, jadis en grand honneur à Nancy, qui coulait dans un petit oratoire, dédié à Saint Thiébaud, situé au pied d'un bastion des anciens remparts de la ville. En 1673, lorsque Louis XIV fit niveler les fortifications de Nancy, la chapelle fut enfouie dans les fossés comblés, mais on ménagea à l'eau bienfaisante une issue par un canal en pierre qui aboutissait derrière l'ancienne caserne Saint-Jean. La fontaine existait encore à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, à l'extrémité de la rue Saint-Thiébaud actuelle, dans une espèce de cave où l'on descendait par quelques marches. Elle disparut définitivement en raison des pollutions constantes qu'elle subissait.

Nous voyons, en résumé, que la Lorraine est assez favorisée par le nombre et la variété de ses sources minérales, dont certaines trop négligées devraient tenir un rang plus qu'honorable parmi les eaux minérales françaises.

Si nous envisageons maintenant l'activité thérapeutique des eaux minérales, ce n'est pas en effet l'un des moindres paradoxes de la médecine contemporaine, en notre trépidant XX<sup>e</sup> siècle, que cette fidélité dévotieuse de l'humaine souffrance à ces médicaments demeurés à peu près immuables,

médicaments qui bravent, sans cesser d'être efficaces, nos nouveautés thérapeutiques.

Hier, ce pouvoir des Eaux paraissait relever du Divin et l'autel votif s'élevait aux griffons des sources pour recueillir l'obole du passant.

Aucun besoin, chez les Romains et les Grecs, d'interpréter scientifiquement les faits. Assoupiés dans le mol embrassement de la source tiède, ils entendaient l'eau mystérieuse tomber goutte à goutte. Devant eux, passait en une brève vision, l'étrange regard de la déesse inconnue qui venait à la lumière apporter la santé aux malheureux mortels. Ils divinisaient la source et cela répondait à tout, puisqu'il y avait guérison.

Toutefois, si les millénaires ont permis de dégager les indications médicales des cures thermales, il faut bien convenir qu'aujourd'hui les plus belles conquêtes de la physico-chimie et de la pharmacodynamie sont loin d'en avoir donné la clé de toutes les inconnues thérapeutiques dont les pratiques thermales conservent le prestigieux secret.

Faisons le point de nos connaissances :

Avec le XVIII<sup>e</sup> siècle et la naissance des théories chimiques, les méthodes permettaient de croire qu'on serait rapidement en mesure de tout expliquer.

Parce que le chimiste avait desséché dans ses creusets les larmes de la nymphe, pour en peser le résidu, on s'imaginait connaître la vertu d'une eau.

Cette étude abordée sous ces incidences simplistes demeura infertile. On ne peut retirer des eaux minérales, des principes actifs comme on extrait un alcaloïde ou un hétéroside, un tanin ou une vitamine d'une plante.

Le milieu hydro-minéral est la plupart du temps fort complexe, aussi bien dans les eaux à grosse minéralisation que dans les eaux à minéralisation simplement oligo-élémentaire ; l'idée d'analyser les effets propres à chaque constituant, puis de synthétiser les effets obtenus, n'a conduit à aucune réalisation pratique : on ne sait pas reproduire exactement l'équipement chimique naturel de la plupart de nos eaux. L'échec de la méthode analytique a été jusqu'ici, disons-le franchement, à peu près total.

Je vous en donnerai une excellente démonstration avec les eaux de Vichy :

La minéralisation de ces eaux est homogène : l'anion carbonique  $\text{CO}_3\text{H}^-$  et le cation sodique  $\text{Na}^+$  y sont largement prédominants ; ils représentent environ 90 % de la minéralisation totale qui est de l'ordre de 7 à 8 g par litre, l'extrait sec étant voisin de 5 g ; la minéralisation associée est banale, enfin les oligo-éléments présents se retrouvent de façon à peu près identique dans toutes les sources vichyssoises.

La cure de boisson est essentielle, les quantités absorbées sont minimales, de 15 à 100 cc à chaque prise, ce qui correspond à des quantités infimes de matériaux solides (0,2 g à 0,8 g de sels).

Le curiste doit être très attentif et se faire surveiller médicalement car, même à dose minimale, certaines personnes présentent des réactions violentes, en particulier d'ordre hépatique.

Si nous considérons les trois sources très voisines, Chomel, Grande Grille et Hôpital, elles agissent simultanément sur les fonctions hépatiques et sur l'ensemble des sécrétions digestives, mais le malade tolérera moins bien Grande Grille que Chomel et l'on peut noter que si Grande Grille et Hôpital sont stimulantes, Chomel est sédative.

Eh bien, tous les constituants chimiques minéralisant ces eaux se retrouvent à moins de 2 % près, identiquement dans ces trois sources et rien dans l'ensemble des propriétés physiques et chimiques de ces eaux ne laisse pressentir ou n'explique une différence d'activité physiologique.

On a pourtant essayé de reconstituer chimiquement des solutions salines aussi voisines que possible des eaux de ces trois sources, et malgré cela ces solutions synthétiques sont très loin de posséder l'intensité d'action des eaux minérales naturelles.

Le constituant fondamental, le bicarbonate de sodium à dose équivalente est nettement moins actif que la quantité correspondante d'eau bicarbonatée sodique vichyssoise.

On constate également, comme je vous l'ai dit tout à l'heure, que sans modification chimique globale, les eaux de Vichy embouteillées conservées après leur émergence per-

dent une part considérable de l'activité qu'elles témoignent au griffon; d'autre part, à cet état, leurs propriétés thérapeutiques tendent à s'uniformiser.

Nos connaissances pharmacodynamiques sur le bicarbonate de sodium et les substances actuellement connues qui lui sont associées dans les eaux n'expliquent en rien ce phénomène.

Pour éclairer ces faits, le Dr Lescoeur, Directeur des Laboratoires de Recherches hydrologiques de Vichy, donne une théorie physico-chimique moderne passant selon lui avant la théorie chimique ou la théorie radio-active. Il définit l'état d'une solution quelconque (et l'eau normale en est une comme l'eau minérale) en faisant appel, à la fois à la notion de masse, à la notion de l'équilibre acide base, et à celle de l'équilibre d'oxydo-réduction.

La notion de masse se confond avec celle de la minéralisation. Quant aux notions des équilibres acide base et oxydo-réducteur, elles se rattachent à la question du pH et du rH.

En ce qui concerne l'équilibre acide base pH l'étude vous en est suffisamment connue pour que je n'aie pas à vous rappeler la signification de cet équilibre acide base, ni à vous définir son mode d'expression en pH d'après la notation classique de Sørensen.

La notion d'équilibre oxydo-réduction rH est un peu moins répandue mais non moins claire que la précédente. On admet que dans toutes les solutions, il y a non seulement compétition entre acides et bases, c'est elle, comme on le sait, qu'exprime le pH, mais aussi compétition entre substances réductrices et substances oxydantes. C'est elle que définit le rH.

Une eau dont le pouvoir réducteur est égal au pouvoir oxydant est dite à la neutralité Red-Ox. Son rH est 27,7. La source de l'Hôpital à Vichy a notamment un rH de 15,2, ce qui veut dire que cette eau est nettement plus réductrice qu'oxydante à sa sortie de terre.

Au contact avec l'air, toutes ces eaux, quelle que soit leur température d'origine, ne tardent pas à s'oxyder. Leur rH tend vers une valeur voisine de 28.

Or, pH et rH sont responsables de l'état électrique du

milieu. En fait, ils sont les facteurs du potentiel et éventuellement la cause du courant électrique, ce qui revient à dire suivant les conceptions modernes, que le pH et le rH commandent dans les milieux aqueux, la mobilisation des électrons.

Les physico-chimistes calculent la force électro-motrice E en fonction du pH et du rH au moyen de la formule

$$E \text{ volts} = 0,029 \text{ rH} - 0,058 \text{ pH}$$

On a donc transformation de l'énergie chimique en énergie électrique.

Ce qui nous intéresse au point de vue médical, c'est de savoir si ce potentiel est capable de modifier l'équilibre physico-chimique de l'organisme du buveur d'eau. Or, on sait que l'être vivant maintient son pH intérieur à une valeur constante qui est sensiblement 7,4. Ses exigences sont, à ce point de vue, si impérieuses que, dans le cas habituel, lorsque les fonctions de régulation sont intactes, ce n'est pas la solution ingérée (ici, l'eau de Vichy) qui modifie le pH de l'organisme, mais l'organisme qui lui impose le sien.

Avec le rH de l'eau réductrice prise au griffon (15,2 pour l'Hôpital) le calcul nous fait prévoir un potentiel de 11 millivolts. Avec le rH de l'eau vieillie au contact de l'air (rH = 28) le potentiel sera beaucoup plus élevé.

Ainsi, à la question si souvent posée: En quoi les eaux de Vichy prises à la source se différencient-elles de celles qui sont laissées au contact de l'air? la théorie électrique ou plus exactement électronique, apporte aujourd'hui, d'après Leccœur, une réponse déjà basée sur des chiffres.

Après l'échec de la méthode analytique, les chercheurs, devant l'intérêt des faits cliniques observés au cours des cures thermales, se sont orientés, et tout spécialement les biologistes, vers l'étude expérimentale des effets des eaux minérales sur des organes isolés ou sur des animaux entiers. On n'a pas encore réussi à élucider de manière rigoureuse le problème du mécanisme d'action biologique du médicament hydro-minéral. Toutefois, comme le signalait récemment notre collègue Caujolle, des idées générales semblent se dégager de quelques cas particuliers.

· Nous pouvons avoir, en effet, un aperçu du front d'avancement de nos connaissances actuelles en étudiant rapidement les eaux sulfurées sodiques et les eaux oligo-métalliques radio-actives.

· Le groupe des sulfurées sodiques constitue en France un ensemble d'une homogénéité chimique remarquable. Cette homogénéité s'affirme jusque dans la répartition géographique qui réunit les sulfurées sodiques chaudes dans les Pyrénées et la Corse, tandis que la région alpine groupe les sulfurées sodiques froides.

· Eh bien, toutes ces sulfurées franches ont une action très nette sur la réparation des traumatismes; elles favorisent la restauration des fractures, assèchent les suppurations prolongées autour des esquilles.

· On sait de quel titre de gloire Barèges peut se parer pour avoir rendu la santé à Ney, à Murat, à Lannes et à leurs grognards.

· Ces cures furent moins fréquentées par la suite parce que les progrès de l'asepsie, puis de la chimiothérapie ont en grande partie supprimé l'interminable suppuration des plaies qui ne se fermaient pas.

· Une preuve nouvelle fut d'ailleurs apportée par les eaux de Luchon au cours de la guerre 1914-1918 qui fit converger vers la Reine des Pyrénées un grand nombre d'ypérites.

· Il faut reconnaître une même orientation clinique dans les très larges applications que ces stations pyrénéennes revendiquent avec succès en oto-rhino-laryngologie.

· Il y a un lieu pharmacodynamique indiscutable entre l'aptitude des eaux que l'on appelait d'arquebusades, à l'égard des suppurations traumatiques, et les possibilités des vapeurs issues de ces eaux à l'égard des catarrhes chroniques suppurant du nez ou du pharynx. Seule diffère la technique d'application des eaux, mais le processus réactionnel demeure le même.

· Ce qui doit attirer notre attention, c'est que l'action locale observée, s'accompagne d'une réaction d'ordre général. Or, on sait que la cure de rhumatisme aigu par le soufre thermal garde une grande valeur. Nous savons en outre que la



chimie a modifié considérablement le principe même de la thérapeutique rhumatismale avec l'appoint de la cortisone et mieux encore de la delta-1-déhydrocortisone ou cortancyl.

Nous allons voir comment cette évolution de la thérapeutique antirhumatismale est devenue une source précieuse d'enseignements à l'égard de l'action biologique des eaux sulfurées.

Depuis Galien, l'Antiquité utilisait l'écorce de Saule dans le traitement du rhumatisme, drogue dont Leroux retira le salicoside, générateur d'acide salicylique. Cette écorce est donc le premier en date des médicaments salicylés. On l'a toujours employé parallèlement aux eaux sulfurées, dans le traitement du rhumatisme sans qu'il ait été possible d'établir un lien de parenté pharmacodynamique entre les salicylés et le soufre thermal jusqu'aux travaux de Champy et Demey.

En 1951, ces auteurs rattachèrent directement la médication salicylée à la médication hormonale par l'A.C.T.H., démontrant que salicylate et A.C.T.H. agissent suivant un même processus qui se solde en définitive par une néo-sécrétion de cortisone.

Or, depuis longtemps, le mystérieux mode d'action des eaux sulfurées sodiques se cherchait dans le domaine de l'endocrinologie.

Peu à peu se développa un réseau d'arguments biologiques ou chimiques militant en faveur d'une influence directe des eaux sulfurées sur l'appareil neuro-végétatif et c'est ainsi que l'hypothèse de l'influence exercée sur l'appareil endocrinien prit consistance.

Cette hypothèse reposant sur le travail de Champy et Demey servit de base à une théorie nouvelle soutenue par l'école de Toulouse depuis 1951-1952. Le schéma ci-contre représente l'essentiel de cette hypothèse qui essaie de relier par un mécanisme connu, des réponses biologiques en apparence distinctes les unes des autres.

L'eau sulfurée ou ses vapeurs provoquent une excitation première, un stress suivant le nouveau terme de Selye; ce stress par voie centripète atteint l'hypophyse, qui répond par

excitation réflexe et cette fois par voie centrifuge: l'ensemble de l'appareil endocrinien est sollicité. La réponse est générale et peut se traduire par la fièvre thermale chez le curiste. La réponse d'incitation endocrinienne se traduit immédiatement sur le plan neuro-végétatif par une correction générale des états de dysfonctionnement: mais c'est une réponse oscillante, c'est-à-dire qu'il ne faut pas une sollicitation thermale trop forte et que le terme de 20 à 25 jours de cure s'explique rationnellement.

Ainsi comprend-t-on pourquoi une même eau peut valoir dans des traitements dont les buts sont éminemment différents.

Le seul reproche qu'on puisse faire à cette théorie, c'est que sa base chimique apparaît singulièrement pauvre, aucun des constituants des eaux sulfurées actuellement connus ne pouvant briguer d'en être le vecteur responsable.

Si nous envisageons maintenant le groupe des eaux oligo-métalliques radioactives à minéralisation très faible, nous trouvons cette définition clinique singulière de la part des médecins: « Eaux qui agissent beaucoup plus par ce qu'elles emportent que par ce qu'elles apportent. »

On pourrait faire remarquer que cette définition qui paraît valable lorsqu'il s'agit d'une cure de lavage et de désintoxication, semble ne pas cadrer avec l'usage des eaux oligo-métalliques spécialisées dans des affections bien déterminées comme c'est le cas pour Bagnoles-de-l'Orne. Ces eaux sont, en effet, adaptées aux phlébites, paraphlébites, troubles menstruels par inertie de l'appareil génital, insuffisances endocriniennes.

Or, cette année même, Louvel vient de donner une théorie explicative fort intéressante pour ces eaux, en raison de la base expérimentale qui lui sert d'assise. C'est une observation fortuite qui lui a servi de point de départ.

Des rats qui avaient subi, par mégarde, l'action des radiations issues d'un poste radiothérapique voisin, présentèrent des troubles typiques de l'hyperfonctionnement hypophysaire, amaigrissement, hypergénéralité, etc...

On sait que le centre hypophyso-thalamique est extrême-

ment susceptible à l'égard des radiations qui l'atteignent directement ou indirectement.

Or, il existe des tests multiples de l'hyperfonctionnement hypophysaire; les hormones hypophysaires déterminent par exemple l'étalement des mélanocytes de la grenouille et le gonflement des callosités du pouce chez le mâle de cet animal. En immergeant durant dix jours les grenouilles dans l'eau de la Grande Source de Bagnoles-de-l'Orne, on détermine une réaction positive à ces deux tests.

Et Louvel considère que la radio-activité des eaux de Bagnoles-de-l'Orne explique par son influence sur les relais hypophysaires, l'ensemble des modifications neuro-végétatives heureuses dont la traduction thérapeutique fait le succès des cures de Bagnoles.

Notons donc qu'il est extrêmement remarquable que sur des plans complètement différents, des voies complètement différentes au départ, conduisent à considérer le relais hypophysaire comme le centre récepteur aux effets des eaux.

L'excitation de ce centre hypophysaire doit enclencher des réponses inscrites dans le cadre de ses possibilités physiologiques et dans ce cadre uniquement; nous voyons pourquoi les actions générales des eaux sulfurées et d'une émergence oligo-métallique radio-active peuvent s'apparenter malgré la diversité, sinon l'opposition de leurs natures chimiques.

Cette hypothèse suggérée par Bagnoles doit pouvoir se généraliser à la plupart des eaux métalliques radio-actives. Il y a pour les chercheurs de belles expériences à tenter. Ces cinquante dernières années ont d'ailleurs vu s'accumuler plus de données scientifiques sur le thermalisme que tous les siècles passés. Mais que de sujets restent peu débrouillés. Est-il rien de plus complexe que l'étude des péloïdes, c'est-à-dire des boues où l'empirisme et les notions scientifiques se côtoient sans cesse?

Certes, les légendes d'autrefois, pour expliquer les vertus curatives des eaux, étaient belles.

Vous connaissez sans doute celle de ce lac des Baïes, près de Naples, où il suffisait d'entrer pour s'enflammer d'amour. Vénus avait un jour ordonné à Cupidon d'y pénétrer sans lâcher sa torche; pendant qu'il nageait, une étincelle tomba

sur l'onde glacée, la vivifia et lui conféra un pouvoir qui faisait accourir, de très loin, baigneurs et baigneuses.

Les gens du xx<sup>e</sup> siècle sont moins crédules; il faut reconnaître cependant que la médication thermique est une médication sans risque, ignorante de l'intoxication.

Laissons-nous, Messieurs, guider par cette déesse aux yeux clairs, toujours fidèle à ce principe ancien, trop oublié de nos jours et qui sera ma conclusion: *Primum non nocere.*

---

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE  
DE LA FLORE CRYPTOGRAMIQUE DES VOSGES\***

PAR

H. COURBET, Cl. FABERT, J. PAYEN et R.-G. WERNER

---

La flore cryptogamique des Vosges est, relativement, peu étudiée, bien que donnant sporadiquement lieu à publication. Les Lichens, particulièrement font figure de parents pauvres dans cet ensemble et retiendront notre attention, car, depuis des travaux même plus récents comme ceux de HARMAND [4, 5]\*\*, de CLAUDEL [3], de MAHEU et WERNER [8] et de WERNER [9] beaucoup d'espèces intéressantes semblent avoir disparu, principalement les corticoles, qui ne reparaissent plus après la coupe des arbres. La bibliographie, suffisamment abondante déjà, ne pourra figurer intégralement dans cette étude et fera l'objet d'un travail ultérieur, condensé, utile à tous les chercheurs. Présentement nous amorçons la monographie d'un coin des Vosges des plus pittoresques, peu parcouru par les Botanistes, offrant des conditions d'humidité extrêmement favorables pour la microflore.

Au col de la Schlucht, comme d'ailleurs dans toutes les Vosges, de nombreux sentiers ont été aménagés par le Club vosgien pour le plaisir des promeneurs. Parmi eux il en est un, justement célèbre, le « Sentier des Roches », orienté approximativement du Nord au Sud et se déroulant sur 4 km au flanc des sommets qui relie le col de la Schlucht au Hohneck. A certains endroits il est taillé dans la roche, et la solide main-courante surplombe des à-pic impressionnants sur la vallée de la Petite Fecht et Stosswihr par suite de 600 m. de dénivellation sur une distance de 5 km. Un pas-

\* Présenté à la séance du 16 mai 1957.

\*\* Les chiffres entre crochets se rapportent à la bibliographie en fin de travail.

sage s'effectue même au travers du rocher et des dizaines de marches ont dû être taillées pour accéder à ce petit tunnel.

Au départ d'une altitude de 1135 m., le sentier suit, presque constamment, la courbe de niveau de 1050 m. pour faire plus loin sa jonction avec le sentier de la Martinswand, avec lequel il se confond jusqu'à la cote 980; il remonte, ensuite, légèrement et aboutit à l'orée de la forêt sur la pelouse du Frankenthal à 1030 m., où nous l'avons quitté.

Son orientation, son altitude presque constamment au-dessus de 1000 m., son parcours fréquent sous bois nous incitèrent à y herboriser le 26 juin 1956. Notre excursion se laisse diviser en 6 sections: du Col de la Schlucht au passage-tunnel, du tunnel à une cascade encaissée dans une gorge, de la cascade à la pelouse du Frankenthal, la pelouse du Frankenthal, la tourbière du Frankenthal qui fut explorée assez rapidement par le côté Nord, la rude montée au Col de Falimont avec 300 m. de dénivellation sur une distance de 600 m., où l'on rejoint le sentier du Hohneck à la Schlucht par la marcairie des Trois-Fours.

Voici les Plantes les plus caractéristiques rencontrées dans ces différentes parties:

1) Du Col de la Schlucht au tunnel.

PHANÉROGAMES: *Ranunculus aconitifolius* L. et *platani-folius* L., *Silene rupestris* L., *Saxifraga stellaris* L., *Chrysosplenium alternifolium* L. et *oppositifolium* L., *Sambucus racemosa* L., *Senecio Fuchsii* Gmel., *Sonchus alpinus* L., *Rumex arifolius* All., *Polygonatum verticillatum* L., *Poa sudetica* Haenke.

PTÉRIDOPHYTES: *Allosurus crispus* (L.) Bernh., *Asplenium septentrionale* Hoffm., *Athyrium Filix-femina* Roth., *Polypodium Phegopteris* L., *Lycopodium Selago* L.

MOUSSES:

sur granite: *Andreaea petrophila* Ehr. var. *eupetrophila* Moenk. f. *rupestris* (Hedw.) Moenk., *Cynodontium* (*Oreoweisia*) *Bruntonii* (Sm.) Br. eur., *Weisia viridula* (L.) Hedw. var. *stenocarpa* Br. Germ., *Gyroweisia tenuis* (Schr.) Schp.,

*Rhacomitrium heterostichum* Brid., *Rh. hypnoides* (L.) Lindb., *Rh. protensum* A. Br., *Bryum capillare* L., *Mnium affine* Bland., *Mn. punctatum* Hedw., *Rhodobryum roseum* Limpr., *Aulacomnium palustre* (L.) Schwaegr., *Bartramia ithyphylla* (Hall.) Brid., *B. norvegica* (Gunn.) Lindb., *B. pomiformis* Hedw., *Hedwigia albicans* (Web.) Lindb., *Plagiothecium silvaticum* (Huds.) Br. eur., *Pl. undulatum* (L.) Br., *Hypnum cupressiforme* L. var. *elatum* Schpr. et var. *uncinatum* Boulay, *Rhytidiadelphus loreus* (L.) Warnst.; sur la terre: *Dicranum longifolium* Ehr., *Rhacomitrium sudeticum* (Funck) Br. eur., *Hookeria lucens* (L.) Sm., *Thuidium abietinum* (L.) Br. eur., *Th. tamariscifolium* (Neck.) Lindb., *Plagiothecium undulatum* (L.) Br. eur. *Catharinaea undulata* (L.) Web. et Mohr., *Pogonatum aloides* (Hedw.) P.d.B., *P. piliferum* Schreb., *P. urnigerum* (L.) P.d.B., *Polytrichum commune* (L.);

sur les écorces: *Dicranoweisia cirrata* (L.) Lindb. (Acer), *Dicranum scoparium* (L.) Hedw. (racines), *Rhacomitrium sudeticum* (Funck) Br. eur. (racines), *Thuidium abietinum* (L.) Br. eur. (racines), *Amblystegium subtile* (Hedw.) Br. eur. (Acer), *Pseudoscleropodium purum* (L.) Flsch. (Acer), *Plagiothecium silvaticum* (Huds.) Br. eur. (racines), *Hypnum cupressiforme* (L.) var. *filiforme* Brid. (Fagus), *Pogonatum aloides* (Hedw.) P.d.B. (racines).

HÉPATIQUES: *Pellia epiphylla* (L.) Lindb. (granite), *Eucalyx hyalinus* (Lyell.) Breidl. (granite), *Plagiochila asplenoides* (L.) Dum. (granite et terre), *Calypogeia Trichomanis* (L.) Corda (granite).

LICHENS: *Dermatocarpon aquaticum* var. *decipiens*, *Diploschistes scruposus*, *Peltigera canina* et *polydactyla*, *Lecidea macrocarpa* f. *microspora* et f. *oxydata*, *L. phylliscina*, *L. plana*, *L. solediza*, *Cladonia rangiferina*, *Cl. squamosa*, *Cl. pyxidata*, *Rhizocarpon geographicum*, *Rh. grande*, *Rh. polycarpum*, *Umbilicaria crustulosa*, *U. cylindrica*, *U. polyphylla*, *U. vellea*, *Acarospora fuscata*, *Pertusaria lactea* f. *radiata*, *Lecanora albescens*, *L. bicincta* var. *lecidina*, *Protoblastenia monticola*.

2) Du tunnel à la cascade.

PHANÉROGAMES: *Lunaria rediviva* L., *Rosa alpina* L., *Alchemilla vulgaris* L., *Impatiens noli-tangere* L., *Adenostyles albifrons* Rehb., *Polygonum Bistorta* L.

PTÉRIDOPHYTES: *Polypodium Dryopteris* L., *Aspidium aculeatum* Sw., *Blechnum Spicant* Roth., *Polystichum cristatum* Roth.

MOUSSES:

sur granite: *Dicranum longifolium* Ehr., *D. scoparium* (L.) Hedw., *Weisia viridula* (L.) Hedw. var. *stenocarpa* Br. germ. *Racomitrium canescens* (Timm.) Brid. var. *eucanescens* Moenk. f. *ericoides* (Web.) Br. eur., *Rh. heterostichum* Brid., *Bryum capillare* L., *Pohlia elongata* Hedw., *Mnium punctatum* Hedw., *Rhodobryum roseum* Limpr., *Hookeria lucens* (L.) Sm., *Thuidium abietinum* (L.) Br. eur., *Plagiothecium undulatum* (L.) Br. eur., *Hypnum cupressiforme* L. var. *elatum* Schpr., *Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt., *Rhytidiadelphus loreus* (L.) Warnst., *Pogonatum urnigerum* (L.) P.d.B.;

sur la terre: *Rhodobryum roseum* Limpr.;

sur les écorces: *Dicranum longifolium* Ehr. (Hêtre et Epicea), *Hypnum cupressiforme* L. var. *filiforme* Brid. (Hêtre et Epicea), *Rhytidiadelphus loreus* (L.) Warnst. (Hêtre).

HÉPATIQUES: *Fegatella conica* Corda (terricole), *Pellia epiphylla* (L.) Lindb. (granite), *Lophozia gracilis* (Schleich.) Steph. (granite), *Plagiochila asplenoides* (L.) Dum. (saxicole et corticole), *Cephalozia bicuspidata* (L.) Dum. (saxicole), *Diplophyllum albicans* (L.) Dum. (granite).

LICHENS: *Calicium abietinum*, *Lecidea cyanea*, *L. vinorubens*, *Bacidia sabuletorum*.

3) De la cascade au Frankenthal.

PHANÉROGAMES: *Veronica montana* L., *Galium saxatile* L., *Luzula albida* DC.

PTÉRIDOPHYTES: *Polystichum montanum* Roth.



MOUSSES:

saxicoles: *Dicranum longifolium* Ehr., *Plagiothecium silvaticum* (Huds.) Br. eur., *Hypnum cupressiforme* L. var. *elatum* Schpr. et var. *filiforme* Brid., *Rhytidiadelphus loreus* (L.) Warnst.;

corticoles: *Neckera complanata* (L.) Huebn., *Hypnum cupressiforme* L. var. *filiforme* Brid.

LICHENS: *Ionaspis epulotica* var. *cinerascens*, *Collema furfuraceum*, *Leptogium lichenoides*, *Parmeliella coralloides* var. *triptophylla* f. *incrassata*, *Peltigera canina*, *P. horizontalis*, *P. polydactyla*, *Baeomyces rufus*, *Cladonia gracilis*, *Cl. pyxidata*, *Cl. symphicarpia*, *Acarospora smaragdula* var. *nigrolimbata*, *Protoblastenia monticola*.

4) Pelouse du Frankenthal.

PHANÉROGAMES: *Viola sudetica* Willd., *Meum athamanticum* Jacq., *Potentilla Tormentilla* Neck., *Gentiana lutea* L., *Arnica montana* L., *Antennaria dioica* Gaertn., *Festuca heterophylla* Lam., *Nardus stricta* L., *Orchis montana* Schm., *Juniperus communis* L.

LICHENS: sur *Fagus* *Lobaria pulmonaria*, *Pertusaria discoidea*, *Parmelia fuliginea* var. *glabratula*, *P. sulcata*, *Usnea Harmandii*.

5) Tourbière du Frankenthal et pré humide à la montée au Petit-Hohneck.

PHANÉROGAMES: *Drosera rotundifolia* L., *Oxycoccus palustris* Pers., *Menyanthes trifoliata* L., *Carex pauciflora* Light., *Eriophorum vaginatum* L. et *angustifolium* Roth., *Potamogeton natans* L., *Parnassia palustris* L.

PTÉRIDOPHYTES: *Equisetum limosum* L.

BRYOPHYTES: *Marchantia polymorpha* L. f. *aquatica* Nees, *Bryum ventricosum* Dicks., *Meesea triquetra* (L.) Aongstr.

Mentionnons que cette tourbière vient d'être étudiée par L. LEMÉE [7], qui y ajoute d'autres Phanérogames et des

Sphaignes. Nous nous proposons d'en examiner la végétation algale, planctonique, qui pourrait être intéressante.

6) Montée vers le Col de Falimont.

PHANÉROGAMES: *Daphne Mezereum* L., *Thesium alpinum* L. *Anemone vernalis* L., *A. narcissiflora* L., *Trollius europaeus* L., *Ranunculus aconitifolius* L., *Thlaspi alpestre* L., *Cardamine amara* L., *Thymus chamaedrys* Fr., *Bartsia alpina* L., *Pedicularis foliosa* L., *Melampyrum silvaticum* L., *Hieracium intybaceum* Jacq., *Lilium Martagon* L.

BRYOPHYTES: *Plagiochila asplenioides* (L.) Dum. (près d'une source), *Meesea triquetra* (L.) Aongstr.

LICHENS: *Cladonia uncialis*, *Cetraria islandica*.

Comme Bryophytes du Sentier des Roches non départagées selon les secteurs indiqués citons: *Dicranella curvata* (Hedw.) Schpr., *Thuidium lanatum* (Stroem.) Moenk. (paraissant nouveau pour la région), *Brachythecium rutabulum* (L.) Br. eur., *Plagiothecium denticulatum* (L.) Br. eur., *Hypnum cupressiforme* L. var. *ericetorum* Br. eur.

#### LICHENES

Tous les Lichens récoltés n'ayant été donnés ci-dessus, certains, d'autre part, provenant non seulement du Sentier des Roches, mais d'autres stations dans la même région, tant du versant alsacien que lorrain, nous préférons donner leur liste intégrale, commentée selon le cas, par ordre systématique. Nous y ajouterons leur répartition géographique, lorsqu'elle est connue.

*Dermatocarpon aquaticum* (Weis.) Zahlbr. var. *decipiens* (Mass.) Zahlbr. — Sentier des Roches, rochers granitiques vers la Schlucht et humides par ruissellement constant.

*Calicium abietinum* Pers. — Sentier des Roches, sur bois de Sapin.

*Sphaerophorus globosus* (Huds.) Wain. var. *curtus* (Howe f. et Tayl.) Zahlbr. — Sentier des Roches, rochers granitiques.

Aire géographique: signalé à la Schlucht [3].

*Diploschistes scruposus* Norm. — Sentier des Roches, rochers granitiques vers la Schlucht avec *Rhizocarpon geographicum* et *Acarospora fuscata* f. *Steinii*.

Aire géographique: subcosmopolite. — Indiqué à la Schlucht [3, 4].

*Ionaspis epulotica* (Ach.) Th. Fr. var. *cinerascens* H. Magn. f. nov. *fusciorubens* R.G. Werner. — Sentier des Roches, descente sur le Frankenthal, sur granite, environ 900 m. Differt colore thalli fusco-rubra.

Aire géographique: le type nouveau pour la région.

*Collema furfuraceum* (Arn.) DR. em. Deg. — Sentier des Roches vers le Frankenthal, environ 900 m., sur Acer.

*Leptogium lichenoides* (L.) Zahlbr. — Sentier des Roches avec le précédent parmi les Mousses.

Aire géographique: subtempéré. — Indiqué au Hohneck [4].

*Parmeliella coralloides* (Hffm.) Zahlbr. var. *triptophylla* (Ach.) Gyeln. f. *incrassata* (Nyl.) A. L. Sm. — Sentier des Roches avec les deux précédents.

Aire géographique: paraît tempéré. — Connu de la Schlucht et du Hohneck [3, 4].

*Lobaria pulmonaria* (L.) Hffm. — Sentier des Roches sur Acer et Fagus; Frankenthal sur Fagus; montée du lac de Retournemer à la Schlucht et vers le Collet; route des Crêtes vers le Hohneck, 1100 m., sur Fagus.

Aire géographique: subcosmopolite. — Donné pour la Schlucht [3, 4].

*Lobaria verrucosa* (Hds.) Hffm. — Route des Crêtes vers le Hohneck, 1100 m., sur Fagus.

Aire géographique: tempéré-subarctique.

*Nephroma parile* Ach. — Sentier des Roches, rochers moussus; route des Crêtes de la Schlucht vers le Hohneck, à l'embranchement du sentier menant à la marcairie des Trois-Fours, sur Fagus; lac de Retournemer, sur les arbres.

Aire géographique: indiqué à la Schlucht [3, 4].

*Peltigera aphthosa* (L.) Willd. — Petit Hohneck, 1100 m., base des rochers humides; pentes du Hohneck bordant le Frankenthal, dans les pâturages,

Aire géographique: signalé du Hohneck [3, 4] et de La Bresse [6].

*Peltigera canina* (L.) Willd. — Sentier des Roches, rochers moussus vers la Schlucht, sur Acer vers le Frankenthal; route des Crêtes de la Schlucht vers le Hohneck, à l'embranchement du sentier menant aux Trois-Fours, sur Fagus; forêt au-dessus du lac du Schiessrothried; lac de Retournemer.

Aire géographique: subcosmopolite. — Indiqué à la Schlucht [3, 4].

*Peltigera horizontalis* (L.) Baumg. — Sentier des Roches, sur Acer moussu vers le Frankenthal; route des Crêtes avec le précédent.

*Peltigera malacea* (Ach.) Funck. — Sentier des Roches, rochers granitiques moussus; Fischboedle, parois humides de l'écoulement du lac.

Aire géographique: tempéré-subarctique.

*Peltigera polydactyla* (Neck.) Hffm.. — Sentier des Roches, sur Acer moussu vers la Schlucht; rochers moussus vers le Frankenthal.

Aire géographique: signalé au Hohneck [3, 4].

*Peltigera scutata* (Dicks.) Duby. — Route des Crêtes de la Schlucht vers le Hohneck à l'embranchement du sentier des Trois-Fours, sur Fagus, 1100 m.

*Lecidea (Eulecidea) cyanea* (Ach.) Vain. — Sentier des Roches du tunnel à la cascade, sur granite.

Aire géographique: subarctique-alpin.

*Lecidea (Eulecidea) elaeochroma* Ach. — Route des Crêtes de la Schlucht vers le Hohneck à l'embranchement du sentier des Trois-Fours, 1100 m., sur Fagus.

*Lecidea (Eulecidea) glomerulosa* (DC.) Steud. — Route des Crêtes de la Schlucht vers le Hohneck à l'embranchement du sentier menant à la ferme des Trois-Fours, 1100 m., sur Fraxinus.

Aire géographique: cité à la Schlucht [4].

*Lecidea (Eulecidea) macrocarpa* (DC.) Steud. f. *microspora* Eitn. — Sentier des Roches, falaises granitiques vers la Schlucht.

— — *f. oxydata* (Krb.) Wain. — Station de la forme précédente.

Aire géographique: trachytempéré. — La *f. microspora* indiquée au Hohneck [3].

*Lecidea (Eulecidea) phylliscina* Nyl. — Sentier des Roches, falaises granitiques vers la Schlucht.

Thalle blanc à blanc-gris, aréolé à aréoles petites, plus ou moins polygonales, disparaissant par place, hypothalle noir plus ou moins visible, KHO -.

Apothécies de 0,6-2 mm. de diam., noires, concaves à marge propre épaisse, finalement convexes à marge refoulée. Hyménium haut de 87-100 micr., jaune-olive au sommet, I + bleu. Hypothécium confluent avec l'excipulum, haut de 162 micr., brun-olive foncé, KHO + donnant une liqueur rouge-sang; médulle en dessous subhyaline, I + plus ou moins bleuté. Asques ovoïdo-allongés, 62-75 X 12-19 micr.; spores fusiformes, hyalines, simples, 15-18 X 5-8 micr. Paraphyses filiformes, peu agglutinées, simples ou ramifiées, 1 micr. de diam., non renflées au sommet, très anastomosées entre elles.

Pycnides immergées dans le thalle, indiquées par un pore noir; pycnoconidies exobasidiales, droites ou légèrement arquées, 9-12 X 1 micr.

Aire géographique: nouveau pour la France, se rencontrant en Europe boréale et occidentale sur silice.

*Lecidea (Eulecidea) plana* Lahm. — Sentier des Roches, falaises granitiques vers la Schlucht.

Aire géographique: signalé de la Schlucht et du Hohneck [3].

*Lecidea (Eulecidea) solediza* Nyl. — Sentier des Roches, falaises granitiques vers la Schlucht et ailleurs sur granite décomposé.

Aire géographique: nouveau pour la région.

*Lecidea (Eulecidea) vinorubens* R.G Werner, *spec. nov.*

Habitat ad Vogesorum montium rupes graniticas inter Schlucht iugum et Hohneck summum in Semitam saxorum ad alt. 1.000 m.

Thallus crustaceus, albo-cinerascenti-ferrugineus vel fusco-ferrugineus, areolatus areolis plus minus convexus, inaequalibus, 0,4-1,2 mm. in diam. immixtis, gonidia cystococcoidea, viridi-flaventia, 5-15 micr. crassa et medullam non amyloideam includentibus, hypothallo nigrescente circumdatus, reagentibus immutatus.

Apothecia nigra, 0,4-1,2 mm. lata, adnata, solitaria vel pluribus adpresso-aggregata atque confluentia, primum concava margine proprio nigro, crasso, prominente cincta, denique plus minus convexa, nonnumquam convexissima margineque depresso. Hypothecium hyalinum, 12-25 micr. altum, hyphoso-cellulosum. Iodo caeruleum. Excipulum fusco-olivaceo-nigrescens, ad latera 75-100 micr. crassum, in centro usque 225 micr. altum, hydrate kalico liquorem flavum, dein rubro-violaceum efficiens. Hymenium 75-100 micr. altum, intus decolor, superne fusco-olivaceum, Iodo caeruleum. Asci cylindrici vel clavati, 50-69 micr. longi, 19-25 micr. lati, 8-sporei. Sporae ovoideae seu fusiformes, hyalinae simplices, 9-15 micr. longae et 6-9 micr. latae. Paraphyses laxissimae, superne gelatinose conglutinatae, intus connexae hyphisque anastomosantibus iunctae, simplices ramosaeve, 1,3 micr. crassae, septatae cellulis 6-9 micr. longis, apicem versus bre-

violibus et inaequaliter longis, ad apicem subarticulatae, 2,5 micr. latae et levissime fusco-capitatae.

Pycnidia thallo innata, extus ostiolo nigro indicata; pycnoconidia exobasidialia, recta vel levissime arcuata, 10-11,3 micr. longa et 1 micr. lata.

Differt a *L. phylliscina* Nyl. hypothecio hyalino, excipulo KHO in vinose rubrum vergente, sporis dimidio minoribus in longitudinem, paraphysibus laxis et subarticulatis.

*Lecidea (Biatora) efflorescens* (Hedl.) Vain. — Route des Crêtes de la Schlucht au Hohneck à l'embranchement du sentier menant à la marcairie des Trois-Fours, 1100 m., sur Fraxinus.

Aire géographique: paraît nouveau pour la France.

*Lecidea (Biatora) helvola* (Krb.) Th. Fr. — Route des Crêtes, avec le précédent.

Aire géographique: paraît nouveau pour la France.

*Catillaris synochea* (Ach.) Beltr. — Sentier des Roches, sur bois de Sapin.

Aire géographique: nouveau pour la région.

*Bacidia sabuletorum* (Schreb.) Lett. — Sentier des Roches, sur les Mousses des rochers, après le tunnel.

Aire géographique: nouveau pour la région.

*Rhizocarpon geographicum* (L.) D.C. — Sentier des Roches sur granite vers la Schlucht; Hohneck, partout sur les rochers; lac de Retournemer, sur granite.

Aire géographique: subcosmopolite. — Signalé du Hohneck [3, 4], de la Schlucht [3] et aux Hautes-Chaumes [8].

*Rhizocarpon grande* (Flk.) Arn. — Sentier des Roches, avec le précédent.

Aire géographique: paraît nouveau pour la région.

*Rhizocarpon polycarpum* (Hepp) Th. Fr. — Sentier des Roches, falaises granitiques vers la Schlucht.

Aire géographique: indiqué du Hohneck [4].

*Baeomyces rufus* (Huds.) Rebert. — Sentier des Roches, descente sur le Frankenthal après le croisement du sentier de la Martinswand, sur granite.

*Cladonia coccifera* (L.) Willd. f. *extensa* Ach. — Sentier des Roches, rochers moussus.

Aire géographique: signalé de la Schlucht et des lacs de Longemer et Retournemer [3, 4].

*Cladonia gracilis* (L.) Willd. *var. aspera* Flk. — Sentier des Roches, rochers moussus et humides vers le Frankenthal.

Aire géographique: donné pour Gérardmer, la Schlucht [3] et pour les Hautes-Chaumes [8].

*Cladonia pyxidata* (L.) Fr. — Sentier des Roches, rochers moussus vers la Schlucht et le Frankenthal; route des Crêtes vers le Hohneck à l'embranchement du sentier des Trois-Fours, 1100 m., base moussue des Hêtres.

Aire géographique: subcosmopolite. — Indiqué de la Schlucht [3, 4].

*Cladonia rangiferina* (L.) Web. — Sentier des Roches, rochers moussus vers la Schlucht.

Aire géographique: connu du Hohneck [3, 4].

*Cladonia squamosa* (Scop.) Hoffm. *var. denticollis* (Hffm.) Flk. *f. squamosissima* Flk. — Sentier des Roches, rochers moussus vers la Schlucht.

— — *var. muricella* (Del.) Wain. — Comme le précédent.

Aire géographique subcosmopolite. — La première variété indiquée de Gérardmer, de la Schlucht et du Hohneck [3, 4], la seconde de Gérardmer [4].

*Cladonia symphycarpha* (Flk.) Sandst. — Sentier des Roches, rochers moussus vers le Frankenthal, avec *Cl. pyxidata*.

*Cladonia uncialis* (L.) Web. *f. obtusata* (Ach.) Wain. — Frankenthal, montée au Col de Falimont, environ 1100 m., saxicole.

Aire géographique: signalé du Hohneck [3, 4].

*Stereocaulon coralloides* Fr. — Sentier des Roches, parmi les Mousses sur granite.

Aire géographique: indiqué pour Gérardmer, la Schlucht et le Hohneck [3].

*Umbilicaria crustulosa* (Ach.) Frey. — Sentier des Roches, falaises granitiques vers la Schlucht; Schlucht près du tunnel de la route nationale descendant sur l'Alsace.

Aire géographique: connu du Hohneck [3, 4, 9].

*Umbilicaria cylindrica* (L.) Del. — Sentier des Roches avec le précédent; au Hohneck et au Petit Hohneck, partout.

Aire géographique: trachytempéré. — Indiqué au Hohneck [3, 4, 9] et aux Hautes-Chaumes [8].

*Umbilicaria erosa* (Web.) Ach. — Sentier des Roches, avec les précédents.

Aire géographique: signalé du Hohneck [3, 4, 9] et des Hautes-Chaumes [8].

*Umbilicaria polyphylla* (L.) Hffm. — Sentier des Roches avec les précédents.

Aire géographique: indiqué de Gérardmer [3, 4] et du Hohneck [6, 9].

*Umbilicaria pustulata* (L.) Hffm. — Sentier des Roches, sur les rochers granitiques exposés.

Aire géographique: eutempéré.

*Umbilicaria vellea* (L.) Ach. em. Frey. — Sentier des Roches, falaises granitiques humides et ruisselantes vers la Schlucht.

Aire géographique: signalé de la Schlucht et du Hohneck [3, 4].

*Acarospora fuscata* (Nyl.) Arn. f. *Steinii* (Krb.) Magn. — Sentier des Roches vers la Schlucht avec *Rhizocarpon geographicum*.

Aire géographique: tempéré-subarctique. — Le type donné pour le Hohneck [3, 4].

*Acarospora smaragdula* (Wnbg.) Th. Fr. var. nov. *nigrolimbata* R.G. Werner. — Sentier des Roches, rochers sur la descente vers le Frankenthal, avec *Ionaspis epulotica*.

Differt a typo squamulis nigro-cinctis.

Aire géographique: le type subarctique-alpin, nouveau pour la région.

*Pertusaria discoidea* (Pers.) Malme. — Frankenthal, sur *Fagus* avec *Lobaria pulmonaria*.

— — f. *muscicola* Erichs. — Frankenthal avec le type; Sentier des Roches, sur *Fagus*.

*Pertusaria hemisphaerica* (Flk.) Erichs. — Route des Crêtes de la Schlucht au Hohneck, à l'embranchement du sentier menant aux Trois-Fours, 1100 m., sur *Fagus*.

*Pertusaria lactea* (L.) Arn. f. *radiata* Gyeln. — Sentier des Roches, falaises granitiques vers la Schlucht.

Thalle et sorédies C + rouge.



Aire géographique: connu de la Schlucht [3, 4].

*Pertusaria pulvereo-sulphurata* Harm. — Sentier des Roches sur Epicea.

Aire géographique: nouveau pour la région.

*Lecanora albescens* (Hffm.) Flk. — Sentier des Roches, sur les rochers avec *Rhizocarpon geographicum* et *Acarospora fuscata*.

Aire géographique: eutempéré.

*Lecanora bicincta* Ram. var. *lecidina* (Schaer.) Arn. — Sentier des Roches, falaises granitiques vers la Schlucht, avec le précédent.

Aire géographique: nouveau pour la région.

*Lecanora glabrata* (Ach.) Malme. — Sentier des Roches, sur *Fagus*; route des Crêtes de la Schlucht vers le Hohneck, à l'embranchement du sentier menant aux Trois-Fours; sur *Fagus*.

Aire géographique: indiqué à la Schlucht [3, 4].

*Ochrolechia tartarea* Krb. — Sentier des Roches, sur les rochers.

Aire géographique: tempéré-subarctique. — Signalé du Frankenthal et du Hohneck [4], de la Schlucht et du Hohneck [3], à La Bresse [6].

*Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Arn. — Route des Crêtes de la Schlucht vers le Hohneck, à l'embranchement du sentier des Trois-Fours, 1100 m., sur *Fagus*.

Aire géographique: connu de la Schlucht, du Montabey et des Hautes-Chaumes [4, 5].

*Parmelia fuliginosa* (Fr.) Nyl. var. *glabratula* (Lamy) Oliv. — Frankenthal, sur *Fagus*.

Aire géographique: signalé au même endroit avec la var. *laetevirens* [4], que nous n'avons pas vue.

*Parmelia furfuracea* (L.) Ach. — Route des Crêtes de la Schlucht vers le Hohneck, à l'embranchement du sentier des Trois-Fours, 1100 m., sur *Fraxinus*.

— — var. *scobicina* Ach. — Sentier des Roches, falaises granitiques vers la Schlucht.

Aire géographique: eurytempéré.

*Parmelia physodes* Ach. var. *platyphylla* Ach. — Route

des Crêtes vers le Hohneck, à l'embranchement du sentier des Trois-Fours, 1100 m., sur Fagus.

Aire géographique: indiqué du Hohneck [3, 4] et des Hautes-Chaumes [8].

*Parmelia saxatilis* (L.) Ach. *f. furfuracea* (Schaer.) Linds. — Sentier des Roches, sur les rochers moussus, les Epicea et les Fagus.

— — *f. munda* Schaer. — Sentier des Roches, falaises granitiques vers la Schlucht.

Aire géographique: subcosmopolite. — Signalé au Hohneck et au lac de Longemer [3, 4].

*Parmelia sulcata* Tayl. — Route des Crêtes et Frankenthal, sur Fagus.

Aire géographique: eurytempéré.

*Parmelia vittata* (Ach.) Nyl. — Route des Crêtes l. c. sur Fagus avec *Parmeliopsis hyperopta*.

Aire géographique: indiqué à la Schlucht [5] et aux Hautes-Chaumes [8].

*Cetraria commixta* (Nyl.) Th. Fr. — Sentier des Roches, sur les rochers.

Aire géographique: signalé du Hohneck et du Tannet [3, 4].

*Cetraria fallax* Krb. — Route des Crêtes vers le Hohneck, l. c., 1100 m., sur Fagus.

— — *f. coralloidea* (Harm.) R.G. Werner. — Route entre le lac de Retournemer et La Bresse, sur les Conifères.

Aire géographique: trachytempéré. — Indiqué de Retournemer et du Hohneck [3].

*Cetraria glauca* (L.) Ach. *f. coralloidea* (Willr.) Krb. et *f. ulophylla* (Willr.) Krb. — Entre le lac de Retournemer et La Bresse, sur les Conifères; route des Crêtes vers le Hohneck, l. c., 1100 m., sur Fagus.

Aire géographique: signalé de la Schlucht [3].

*Cetraria islandica* (L.) Ach. — Frankenthal, pentes du Hohneck et montée au Col de Falimont, sur la terre vers 1100 m.

Aire géographique: tempéré-subarctique. — Connu du Hohneck [3, 4], des Hautes-Chaumes [8] et du Frankenthal [6].

*Cetraria pinastri* (Scop.) Röhl. — Route des Crêtes de la Schlucht vers le Hohneck, à l'embranchement du sentier menant aux Trois-Fours, 1100 m., sur Fagus.

Aire géographique: indiqué au lac de Retournemer, à la Schlucht et au Hohneck [3, 4].

*Alectoria sarmentosa* Ach. — Route du lac de Retournemer à La Bresse, sur Abies.

Aire géographique: signalé à Gérardmer, Retournemer et au Hohneck [3, 4].

*Usnea dasypoga* (Ach.) Röhl. em. Mot. *ssp. tuberculata* Mot. — Avec le précédent:

Aire géographique: tempéré-subarctique. — Connu de la Schlucht [3].

*Usnea Harmandii* Mot. — Frankenthal, sur Fagus; route des Crêtes de la Schlucht vers le Hohneck, l. c., 1100 m., sur Fagus.

Aire géographique: France orientale, Allemagne occidentale, Italie alpine.

*Protoblastemia monticola* (Ach.) Stnr. — Sentier des Roches, rochers à la descente vers le Frankenthal après le croisement du sentier de la Martinswand et aussi vers la Schlucht, avec *Lecanora albescens*.

Aire géographique: paraît nouveau pour la région.

*Rinodina pyrina* (Ach.) Arn. — Route des Crêtes de la Schlucht vers le Hohneck, l. c., sur *Fraxinus* avec *Lecidea glomerulosa*.

## FUNGI

*Abrothallus Parmeliarum* Nyl. — Sur le thalle de *Cetraria glauca* f. *ulophylla* entre Retournemer et La Bresse.

*Tichothecium pygmaeum* Krb. — Sur le thalle de *Lecidea solediza*.

Nos récoltes comprennent, ainsi, 47 Mousses et Hépatiques, 74 Lichens et deux Champignons. Autant que nous puissions en juger actuellement, du moins pour les Lichens,

8 espèces paraissent nouvelles pour la région, 3 le sont pour la France; une espèce et deux formes ou variétés sont nouvelles pour la Science.

Au point de vue phytogéographique, sur les 123 Cryptogames cellulaires nous pouvons, momentanément, dénombrer, parmi 22 Lichens, dont la répartition a été établie par nous, 7 subcosmopolites, 13 tempérés (se décomposant en un subtempéré, 2 eutempérés, 2 eurytempérés, 3 trachytempérés, 5 tempérés-subarctiques) et 2 subarctiques-alpins. La proportion des tempérés, qui s'augmentera encore avec l'avancement de nos études, n'est pas étonnante, et, comme les récoltes ont été faites en altitude, le nombre des tempérés-subarctiques, des trachytempérés et celui des subarctiques-alpins n'a rien de surprenant.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. N. BOULAY (abbé). — Muscinées de la France. *Paris*, 1904.
2. B. BURCKEL. — Catalogue des Hépatiques et des Mousses d'Alsace. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar N.S.* (1889-90), 1891.
3. H. CLAUDEL. — Liste des Lichens recueillis de Gérardmer à la Schlucht et au Hohneck (Vosges). *Bull. Soc. Bot. Fr., sess. extr.* 1908.
4. J. HARMAND (abbé). — Catalogue descriptif des Lichens observés dans la Lorraine. *Bull. Soc. Sc. Nancy*, 1894-1899.
5. Id. — Lichens de France. *Paris*, 1905-1913.
6. M. F. E. KAMPMANN fils. — Matériaux pour une flore cryptogamique de l'Alsace. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar* (1865-66), 1867.
7. G. LEMÉE. — Un exemple de la dynamique des groupements végétaux dans un lac tourbière de cirque glaciaire vosgien: la tourbière du Frankenthal. *Bull. Assoc. philom. Als.-Lorr.*, t. 9, fasc. 4, 1956 (200-203).
8. J. MAHEU et R.-G. WERNER — Contribution à la flore lichénique de l'Alsace. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, 1933-34.
9. R. G. WERNER. — Notes cryptogamiques sur l'Alsace. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, 1933-34.

**A PROPOS DE LA DISSÉMINATION  
DES SPORES DE FOUGÈRES\***

PAR

H. COURBET

---

Comme la plupart des grains de pollen des Phanérogames et beaucoup de spores de Cryptogames, les spores de Fougères sont disséminées par le vent. Au moment de la déhiscence des sporanges, par temps sec et vent de force moyenne, la libération des spores s'effectue sous forme de petites nuées s'échappant des frondes. Cela est d'une observation assez aisée chez les Fougères à sporophylles très denses, telle qu'*Osmunda regalis* L.

Tout comme une infection accidentelle par une spore de *Penicillium* permit à Sir A. FLEMING de découvrir les propriétés de la pénicilline et d'ouvrir la voie à la découverte d'autres antibiotiques, l'introduction fortuite d'une spore de Fougère (*Gymnogramme calomelanos*) dans un tube de culture stérilisé, fut à l'origine des travaux désormais classiques de Mme HUREL-PY sur la culture aseptique des prothalles de Fougères (1). Il est cependant fort rare qu'une spore de Fougère, puisse infecter une culture stérile. Ses dimensions et sa masse, plus importantes que celles d'une spore de Champignon ou de Bactérie, l'en empêchant ainsi que des conditions de germination et de croissance beaucoup plus exigeantes. Un pareil cas n'avait jamais été décrit.

J'ai, toutefois, observé un cas semblable depuis le début de mes recherches sur les cultures de prothalles de Fougères. Voici dans quelles circonstances. Une dialyse s'effectuait au travers d'un sac de collodion collé à la base d'un large tube de verre fermé à l'autre extrémité. Le liquide à dialyser était constitué par une solution de silicate de soude saturée

\* Note présentée à la séance du 13 juin 1957.

d'acide chlorhydrique. Près de la fin, l'opération dut être abandonnée, par suite d'une coupure d'eau inattendue. Me réservant de faire, ultérieurement, l'analyse du contenu du sac, je détachai celui-ci du tube, le fermai aussitôt par soudure au collodion liquide et le plaçai dans un vase plein d'eau. Quelques mois plus tard, voulant procéder à cette analyse, mon attention fut attirée par une tache verte adhérant à la face interne du sac. Un prothalle de forme caractéristique, s'était développé au sein de la solution, à un niveau supérieur toutefois à celui de l'eau du vase, partiellement évaporée.

Une spore de Fougère avait donc pu s'introduire à l'intérieur du sac de collodion. Elle ne se trouvait pas, au préalable, dans le tube, ce dernier ayant été plongé pendant 24 heures, dans du mélange sulfo-chromique. Introduite avec la solution à dialyser, elle n'aurait pu résister au contact prolongé de la grande acidité de celle-ci (2) puisqu'il faut près de 3 semaines pour éliminer les ions acides. L'absence d'évaporation du liquide à l'intérieur du sac prouve que l'infection n'a pu se faire après le scellement de celui-ci. Donc la spore n'a pu pénétrer dans le sac de collodion, que, durant le temps très court où j'avais détaché celui-ci du tube et scellé au sommet. Trouvant là des conditions favorables (lumière, température, solution aqueuse peu acide et quelque peu nutritive) elle a germé. Le niveau de l'eau dans le vase ayant baissé par évaporation, les rhizoïdes du prothalle ont, sans doute, pu trouver quelques traces d'air le long de la paroi de collodion. Ce qui expliquerait pourquoi la forme de ce prothalle immergé est demeurée classique, n'offrant aucune ressemblance avec les prothalles filamenteux observés au fond des solutions nutritives.

Il est certain que l'atmosphère de mon laboratoire contient une densité de spores de Fougères de beaucoup supérieure à la normale, puisque j'y procède à mes récoltes, comme il est probable que Mme HUREL-PY a manipulé dans son laboratoire, des frondes mûres de Fougères. Il serait intéressant de connaître la densité des spores dans l'atmosphère normale à des altitudes et à des époques variables. Le zoologiste L. BERLAND, à bord d'un avion muni de filets à mailles très fi-

nes, dragua ainsi l'atmosphère (3). Dans les seuls échantillons végétaux qu'il recueillit, il ne mentionna que des organes assez volumineux, comparés à des spores (anthères d'étamines de Graminées, épillets et même un épi de *Lolium* récolté à 1 500 mètres de hauteur). Il nota que les insectes les plus légers et les moins bons voiliers ont été rencontrés aux altitudes les plus élevées. Quelle altitude peuvent donc atteindre des spores infiniment plus ténues qu'un épi et à quelles distances peuvent-elles donc être transportées?

A cette dernière question, une réponse nous est partiellement fournie par les phénomènes naturels éruptifs. Ils sont très rares (malheureusement pour les botanistes et heureusement pour l'humanité: l'éruption du Krakatoa coûta la vie à 40 000 personnes englouties par un gigantesque raz de marée). Le volcan Krakatoa, situé dans le détroit de la Sonde entre Sumatra et Java, formait une île de 32 kilomètres carrés. Le 27 août 1883, les deux tiers de sa masse explosèrent et furent pulvérisés. Toute vie fut anéantie sur ce qui resta de l'île. Dans les années suivantes on put suivre le repeuplement végétal de l'île. TREUB (4), PENZIG (5), VAN LEEUWEN (6), ERNST (7) en notèrent les phases. Un substrat gélatineux de Cyanophycées permit la germination de spores et de graines transportées des îles voisines. Trois ans plus tard, parmi les plantes installées, 10 espèces de Polypodiacées, furent dénombrées. En 1897 apparurent *Ophioglossum moluccanum* Schlecht et *Lycopodium cernuum* L., Ptéridophytes à mycorhizes. De 1919 à 1929, le nombre des Ptéridophytes passa de 49 à 63.

Cette étude du repeuplement d'un terrain « stérilisé », nous prouve que l'anémochorie chez les Ptéridophytes est efficace. Cependant, elle ne nous fournit qu'une maigre indication sur les distances que peuvent franchir les spores, puisque les Fougères réinstallées sur l'île n'appartiennent qu'à des espèces des îles voisines distantes d'environ 50 kilomètres. Aucun Fougère cosmopolite n'y fut trouvée. Il est vrai que les Fougères cosmopolites sont rares. Tout au plus peut-on citer: *Pteridium aquilinum* (L.) Kühn, *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh, *Asplenium Trichomanes* L., *Osmunda regalis* L. La difficulté réside, non pas dans la distance, mais

dans la durée nécessaire à son franchissement. Les Fougères, plantes d'ombre et d'humidité, laissent leurs spores soumises à des conditions très dures : soleil intense et air sec alternant avec des périodes plus humides, qui nuisent à la conservation du pouvoir germinatif.

Le problème est tout différent quand la contamination a lieu presque sur place, comme dans les laboratoires ou dans les jardins et les champs. Les spores ayant leur faculté germinative intacte, trouvent accidentellement un substrat favorable et y germent. Des prothalles apparaissent fortuitement en culture ; tel fut le cas décrit par J. MOTTE, les spores ayant été apportées par des fragments de tige de *Verbascum Thapsus* (8). A l'état naturel, les prothalles font assez rapidement place aux sporophytes. Les spores entraînées par ruissellement, peuvent ainsi donner naissance à des Fougères qui se trouvent incluses dans les bouteilles renversées servant de bordure à l'allée d'un jardin, ainsi que l'a observé N. CÉZARD et communiqué au cours d'une séance de notre Société.

#### BIBLIÛGRAPHIE

1. Mme HUREL-PY. — Recherches préliminaires sur la culture aseptique des prothalles de Filicinées. *Rev. Gén. Bot. Fr.*, 1950-57, n° 681, p. 637.
  2. H. COURBET. — Influence de la concentration ionique du milieu sur la germination des spores et la croissance des prothalles de Filicales en culture aseptique. *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 1955, **241**, p. 441-443.
  3. L. BERLAND. — Premiers résultats de mes recherches en avion sur la faune et la flore atmosphériques. *Ann. Soc. Entom. Fr.*, 1935, **104**, p. 73-95.  
— Données récentes sur le transport aérien d'animaux et de plantes d'après des recherches faites en avion. *C. R. Soc. Biogéogr. Paris*, 1937, **14**, p. 25-28.
  4. TREUB. — *Ann. Jard. Bot. Buitenzorg*, VII, 1888.
  5. PENZIG. — *Ann. Jard. Bot. Buitenzorg*, XVIII, 1902.
  6. VAN LEEUWEN. — *Ann. Jard. Bot. Buitenzorg*, XXXI - XXXII, 1921-1922.
  7. A. ERNST. — *Vierteljahrssch. Naturf. Ges. Zurich*, LII, 1907 et LXXIX, 1934.
  8. J. MOTTE. — Sur quelques aspects tératologiques des prothalles de Polypodiacées. *Rech. Trav. Lab. Bot. Zool. Géol. Fac. Sci. Montpellier. Série Bot.* 1953, **6**, p. 89-98.
-



## CHIMIOThERAPIE DU CANCER\*

PAR

J. SOLEIL\*\*

---

Les progrès ininterrompus accomplis dans le domaine des techniques radiothérapique et chirurgicale, combinés aux efforts déployés en vue du diagnostic précoce des affections cancéreuses, ont abouti au cours de ces trente dernières années, à une réduction notable de la mortalité de ces affections. Il n'en est pas moins vrai que nous ne disposons aujourd'hui pour traiter la majorité des sujets atteints de cancer, tous ceux en particulier qui souffrent de formes inopérables ou radio-résistantes de la maladie, que de mesures strictement palliatives, visant à calmer les douleurs et à soutenir l'état général des malades.

Les statistiques nous apprennent que chaque année, plus de 7 000 personnes meurent en Suisse de cancer, aux États-Unis ce nombre atteint 190 000 personnes par an, en France 80 000 décès annuels sont dus au cancer. Étant donné qu'un quart seulement de ces cancéreux peuvent être maintenus en vie pendant plus de cinq ans par nos méthodes thérapeutiques actuelles, on conçoit aisément que la chimiothérapie du cancer constitue une question d'une pressante actualité.

En réalité, le problème est aussi vieux que la médecine elle-même, et il n'existe guère de produit de la pharmacopée qui n'ait été préconisé dans la lutte anticancéreuse. Le phosphore et l'arsenic, l'or, l'argent, le cuivre et le mercure, les médicaments acides et alcalins, les matières colorantes et les alcaloïdes, les venins et les protéines, ont été successivement vantés par les uns, méprisés par les autres, et ce n'est guère que depuis un demi-siècle que la chimiothérapie anticancéreuse a été abordée d'une manière réellement scientifique.

\* Note présentée à la séance du 14 novembre 1957.

\*\* Professeur agrégé à la Faculté de Pharmacie de Nancy.

Au cours de ces quinze dernières années, les progrès, sans être absolument décisifs, ont été si rapides et si impressionnants, qu'on en a acquis l'assurance que nous sommes à la veille de grandes découvertes. Ce ne sont certes pas encore des faits sensationnels que l'on peut exposer aujourd'hui, mais seulement quelques signes avant-coureurs, quelques jalons jetés sur la voie à suivre, grâce auxquels il est possible d'envisager, sinon le présent, du moins un assez proche avenir, avec un peu plus d'espoir et de sécurité.

Il est certain que le problème à résoudre s'avère extraordinairement difficile. Il vise en effet, sous l'influence d'un produit circulant dans tout l'organisme, à détruire les cellules cancéreuses sans léser les éléments sains qui les entourent de toutes parts. Entre la cellule cancéreuse et son ancêtre normal, les différences, si importantes qu'elles puissent être en ce qui concerne les propriétés de croissance, sont insignifiantes à tous les autres points de vue. Aussi peut-il paraître illusoire de songer à détruire les cellules malades, sans compromettre en même temps la vitalité des tissus sains. Le problème n'est pourtant pas sans analogie avec celui de la chimiothérapie anti-infectieuse, qui fut pendant si longtemps considéré comme chimérique et dont on connaît aujourd'hui, grâce aux sulfamides et aux antibiotiques, l'heureuse solution et les spectaculaires réussites. De même que l'on a préparé des substances, capables de compromettre la vie des microbes sans incommoder l'hôte qui en est envahi, de même il semble que l'on soit sur la voie de trouver des produits chimiques, susceptibles de frapper de façon élective ces cellules dont la croissance se signale par son exubérance et qui constituent, à proprement parler, le cancer. Enfin la tâche est rendue plus difficile encore par le fait absolument paradoxal, que la plupart des substances anticancéreuses connues jusqu'à présent, sont en même temps cancérigènes.

Il ne m'est naturellement pas possible de résumer ici les milliers de travaux effectués en ce domaine et je me bornerai à présenter de façon sommaire et très parcellaire, les tentatives les plus intéressantes du point de vue de l'expérimentation, aussi bien que de celui des applications pratiques.

## I. — MÉDICATIONS BIOCHIMIQUES

Je ne puis passer sous silence certaines médications biochimiques, en particulier l'emploi de *Toxines Microbiennes*, dont l'utilisation a pour origine les observations rapportées en 1868 par un clinicien allemand, BUSCH, de deux malades, atteints de sarcomes inopérables, qui virent leurs tumeurs régresser de façon spectaculaire au cours de l'infection érysipélateuse. Certains auteurs injectèrent alors à des chiens, atteints de tumeurs malignes, des filtrats stériles de cultures de streptocoque de l'érysipèle, de colibacille, de staphylocoque doré et observèrent dans tous les cas le ramollissement et occasionnellement la régression complète des tumeurs.

SHEAR et ses collaborateurs, entreprirent alors une série d'expériences, destinées à isoler de ces cultures bactériennes, le produit responsable des nécroses tumorales. Ils réussirent finalement à extraire des cultures de *Bacillus prodigiosus*, un polysaccharide hautement actif, susceptible de produire, lorsqu'on l'injectait à la souris cancéreuse aux doses infinitésimales de 1 ou 2 dix millièmes de milligramme, d'importantes lésions hémorragiques et nécrotiques des tumeurs. Aussi intéressantes que soient ces expériences, les résultats ne furent pas tout à fait satisfaisants. Une étude approfondie devait montrer que l'action du polysaccharide était inhomogène, qu'il engendrait en outre une certaine accoutumance, enfin qu'il était doué d'une toxicité très élevée, aussi les essais furent-ils abandonnés.

Je mentionnerai dans le même ordre d'idées, le *Sérum Antiréticulaire Cytotoxique*, dont l'utilisation est fondée sur les nombreux arguments, selon lesquels la rate et le système réticulo-endothélial, joueraient un rôle important dans la défense de l'organisme contre le cancer.

C'est dans le but d'exalter les propriétés de défense de ce système réticulo-endothélial, vis-à-vis des infections et maladies dégénératives, que le biologiste russe BOGOMOLETS, un élève de l'illustre METCHNIKOFF, a préparé le sérum antiréticulaire cytotoxique. Ce sérum, obtenu par inoculation au cheval, de fragments de rate et de moelle osseuse provenant

de cadavres humains, n'a été que fort peu étudié en dehors de l'U.R.S.S. En plus de ses propriétés trophiques, qui lui permettraient d'activer de façon remarquable la régénération des tissus, il posséderait, d'après BOGOMOLETS, une action cancérolytique intense; mais au point de vue clinique, on ne sait que fort peu de chose sur sa valeur réelle, bien qu'il ait été administré en Russie à plusieurs dizaines de milliers de malades et DAVIS aux Etats-Unis d'Amérique, l'a appliqué sans succès au traitement d'une centaine de cas de néoplasies malignes.

## II. — ISOTOPES RADIO-ACTIFS

Avec les isotopes radio-actifs, découverts par M. et Mme JOLIOT-CURIE en 1934, nous abordons un terrain beaucoup plus solide.

Préparés tout d'abord à l'aide des cyclotrons, les isotopes radio-actifs sont actuellement produits en grande quantité par les fameuses piles à graphite, édifiées en vue de la fabrication des bombes atomiques. Parmi les centaines d'éléments radio-actifs qui peuvent ainsi être préparés, il n'en est guère que deux qui soient, pour le moment, susceptibles d'un emploi, d'ailleurs strictement limité, dans la chimiothérapie anticancéreuse; ce sont le radio-phosphore  $^{32}\text{P}$ , et le radio-iode  $^{131}\text{I}$ .

En fait, leur utilisation chimiothérapique ne constitue pas autre chose qu'une variété nouvelle de radiothérapie, exigeant les mêmes mesures de précautions indispensables, aussi bien en ce qui concerne le personnel hospitalier, que les malades eux-mêmes.

### *Radio-phosphore*

Le radio-phosphore  $^{32}\text{P}$  est généralement administré par voies buccale ou intra-veineuse, sous forme d'une solution isotonique de phosphate disodique.

Il entre dans la composition des acides nucléiques et des phospholipides, dont le métabolisme est très actif dans tous les tissus en voie de prolifération; on comprend dès lors qu'il soit retenu avec une certaine avidité par les cellules cancé-

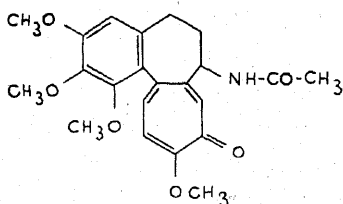
reuses. Malheureusement il en est de même pour les tissus hématopoïétiques, notamment la moelle osseuse et c'est là un des principaux écueils du traitement par le radio-phosphore, qui ne s'applique guère qu'aux leucémies chroniques, lymphoïdes et myéloïdes, aux lymphosarcomes, à la polycytémie. Dans cette dernière affection surtout, les résultats sont brillants; pour les autres maladies signalées, les résultats ne sont pas supérieurs à ceux obtenus avec les rayons X, il ne s'agit que de rémissions et non pas de guérison vraie.

### *Radio-iode*

Le radio-iode  $^{131}\text{I}$ , appliqué avec succès au traitement de certaines formes d'hyperthyroïdisme, a été également préconisé contre le cancer thyroïdien. On sait en effet que les cellules thyroïdiennes captent l'iode avec une sélectivité remarquable et que cette affinité s'intensifie encore lorsque la glande est en état d'hyperfonctionnement. Malheureusement et contrairement à toute attente, les tissus néoplasiques thyroïdiens n'ont manifesté que très peu de tendance à fixer l'iode; on connaît cependant quelques exemples de cancers de la thyroïde, pour lesquels l'administration de radio-iode a donné des succès sensationnels, mais ils ne constituent que de rarissimes exceptions.

### III. — AGENTS CHIMIQUES ANTI-MITOTIQUES

La première substance chimique préconisée dans le traitement du cancer fut la *Colchicine*, alcaloïde découvert en 1820 par deux pharmaciens, PELLETIER et CAVENTOU et qui constitue un ancien, en même temps que très classique médicament de la goutte; voici sa formule développée.



Colchicine

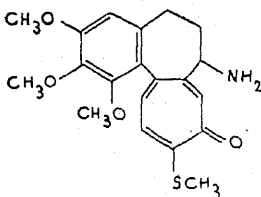
On y reconnaît un cycle benzénique substitué par trois groupements méthoxylés, un noyau cycloheptanique porteur d'une fonction amide acétique et enfin le cycle de la tropolone comportant un groupement éther oxyde méthylique en  $\alpha$  de la fonction cétone.

C'est tout à fait par hasard que DUSTIN en 1935 constata ses curieuses propriétés, notamment son pouvoir de stopper les mitoses en cours d'évolution, de bloquer la division cellulaire au stade de la métaphase par inhibition de la formation du fuseau.

Cette propriété fondamentale de la colchicine, propriété antimitotique comme on l'a appelée depuis, ou encore caryoclasique (c'est-à-dire qui rompt le développement normal de la cellule), fut retrouvée par DUSTIN chez de nombreuses autres substances isolées des végétaux. Aussi ce savant fut-il conduit dès 1935, à proposer la colchicine dans le traitement chimique du cancer, avec l'espoir que l'alcaloïde arrêterait les nombreuses divisions anarchiques des cellules cancéreuses.

Malheureusement, la colchicine est un des alcaloïdes les plus toxiques et sa marge de sécurité thérapeutique s'est révélée incompatible avec l'efficacité du traitement. De plus, son action caryoclasique ne se manifeste pas électivement sur la cellule cancéreuse: elle frappe aveuglément tous les tissus qui sont normalement dans l'organisme, en instance constante de caryokinèse (thymus, glandes de Lieberkühn, testicule, follicule de de Graff).

Aussi les chimistes se sont-ils efforcés de trouver des composés voisins de la colchicine, ayant une toxicité réduite tout en conservant une activité antimitotique suffisante. Les ré-



N Désacétyl thiocolchicine

sultats les plus encourageants ont été obtenus avec la N désa-cétyl thiocolchicine synthétisée en 1954 par le Professeur VELLUZ, son expérimentation est en cours actuellement.

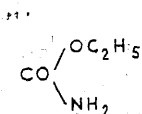
On sait aujourd'hui que l'action thérapeutique des rayons X se manifeste essentiellement sur les processus de la mitose cellulaire, et que c'est par l'intermédiaire d'altérations grossières des chromosomes, que les rayons de Röntgen déterminent la mort des cellules. Il est probable que le drame qui se joue au niveau des chromosomes, est en grande partie conditionné par des processus biochimiques, en particulier par l'inhibition de la synthèse de l'acide thymonucléique et d'autres processus métaboliques encore mal connus. L'étude de ces perturbations métaboliques, bien qu'elle soit aujourd'hui encore dans l'enfance, nous permet cependant d'admettre que d'importantes analogies existent entre l'action cytotoxique des rayons X et celle des plus actifs parmi les agents actuels de la chimiothérapie anticancéreuse: l'uréthane et les dérivés de l'ypérite. C'est la raison pour laquelle on a groupé ces substances sous la dénomination commune de composés « radiomimétiques ».

Le fondement de cette chimiothérapie n'est autre que la vieille règle de BERGONIÉ, fondement de la radiothérapie physique. Nous nous demandions tout à l'heure comment on pouvait atteindre la vigoureuse cellule cancéreuse. Il faut l'atteindre, nous dit BERGONIÉ, au moment où elle se divise; or nous savons précisément que la caractéristique essentielle des cellules tumorales, c'est leur ardeur à se diviser et que la fragilité d'une cellule est augmentée pendant la mitose. La mitose apparaît un peu comme la mue chez le crustacé qui doit changer de carapace. C'est un moment de fragilité que ses ennemis choisissent pour l'attaquer. Avec la cellule cancéreuse, il en va de même et c'est à ce moment qu'il faut frapper, que ce soit avec les agents physiques, ou avec les substances chimiques radiomimétiques.

### *Uréthane*

L'uréthane ordinaire ou éthyluréthane, qui n'est autre que le carbamate d'éthyle, se prépare aisément par action de

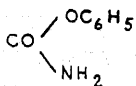
l'ammoniaque sur le carbonate neutre d'éthyle, lui-même obtenu en faisant réagir l'oxychlorure de carbone sur l'alcool absolu.



Uréthane

Son emploi en cancérologie est la conséquence d'une erreur, qui a fait passer ce composé, du rang de modeste anesthésique qu'il occupait autrefois, à celui plus glorieux d'anti-cancéreux, ou plus exactement d'anti-leucémique.

En 1925, HAWKINS et MURPHY se proposant d'étudier l'action des rayons X sur les leucocytes *in vivo*, choisirent l'uréthane pour anesthésier les animaux d'expérimentation; ils eurent la surprise de constater chez les témoins non irradiés une diminution nette des éléments blancs. En 1939, LEFÈVRE signalait l'action caryoclasique, tout à fait semblable à celle de la colchicine, d'une autre représentant de la série des uréthanes, le carbamate de phényle ou phényluréthane. Ces observations furent confirmées par HADDOW en 1946, qui préconisa l'emploi de ces composés dans le traitement de ces cancers très particuliers que sont les leucémies.



Phényluréthane

Du point de vue pharmacologique toutes les variations de structure ont été tentées. Carbamates gras ou aromatiques ont été expérimentés, le plus actif est resté l'uréthane ordinaire.

C'est surtout dans le domaine des leucémies que ce médicament s'est montré efficace, en particulier dans la leucémie myéloïde chronique. En l'espace de une à trois semaines, on observe une chute progressive des globules blancs; en même temps le nombre des globules rouges s'élève, l'état général



s'améliore et la splénomégalie régresse. Malheureusement, lorsqu'on interrompt le traitement, le taux des globules blancs s'élève de nouveau, pour ne redescendre que lorsque l'on reprend l'administration d'uréthane. Il est en revanche inactif dans les autres formes de leucémie.

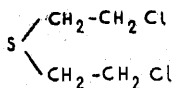
Bien que sa toxicité soit relativement faible, l'uréthane est un médicament difficile à manier. On l'administre aux doses de 1 à 3 g par jour. Les effets secondaires du traitement se manifestent surtout au niveau du tube digestif, sous forme de nausées, vomissements et diarrhée.

En conclusion, on peut donc admettre que l'uréthane développe une action cytostatique évidente, mais cette action n'est dans la règle que passagère et toujours incomplète.

C'est tout à fait par hasard encore, que BEREMBLUM, en 1929, cherchant à augmenter l'action cancérigène cutanée de certains carbures, s'adressa à l'ypérite, en vue de provoquer une irritation de la peau, dont il attendait une cancérisation plus rapide. Contrairement à son attente, il constata une action inhibitrice sur le pouvoir cancérigène du carbure, l'ypérite se comportait en fait comme un anticancéreux.

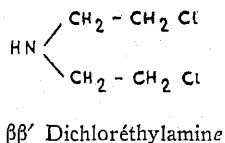
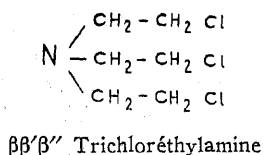
### *Dérivés azotés de l'ypérite*

Vous savez que l'ypérite ou gaz moutarde, est une substance douée de propriétés vésicantes puissantes et qui fut pour cette raison utilisée comme gaz de combat au cours de la première guerre mondiale; les premiers obus en tombèrent sur la ville d'Ypres, d'où son nom, et c'est par un étrange chemin qu'elle est venue des plaines des Flandres aux veines des cancéreux. L'ypérite n'est autre que le sulfure d'éthyle dichloré: son principal inconvénient dans ses emplois d'agressif de guerre, résidait dans sa facile hydrolyse la transformant en thiodiglycol inactif, non vésicant.



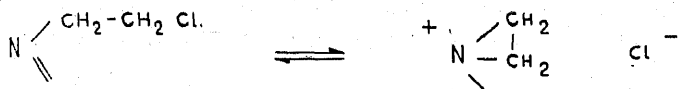
Ypérite

Lorsque l'on se rendit compte au début de la seconde guerre mondiale, que le gaz moutarde y jouerait peut-être un rôle important, on entreprit aux Etats-Unis une étude approfondie de l'action physiologique de ce composé et de ses dérivés et on s'aperçut qu'il possédait, non seulement une action locale fortement vésicante, mais encore que son absorption par voie générale entraînait chez l'animal, des accidents toxiques au niveau de tous les tissus, cette action étant sensiblement proportionnelle à la rapidité de croissance cellulaire des tissus lésés. En raison de sa grande toxicité, le gaz moutarde fut bientôt remplacé par les chloréthylamines, en particulier la  $\beta\beta\beta''$  trichloréthylamine et la  $\beta\beta'$  dichloréthylamine.



Ces composés ont reçu le nom générique d'ypérites à l'azote, car ils sont à la fois vésicants et azotés.

Pour expliquer leur action chimiothérapique, on admet une réactivité particulière des chaînes chloréthylées qui, dans un premier temps, seraient capables de se cycliser en un cation éthylène-imonium, avec libération d'un anion  $\text{Cl}^-$  hautement actif.



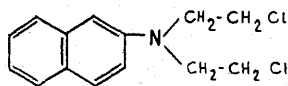
Dans un deuxième temps, ce cation entrerait en réaction avec les groupements fonctionnels des acides aminés, des peptides, des protéines, et en particulier avec les ferments cellulaires porteurs de groupements sulfhydriles, dont le blocage conduit à des lésions biochimiques. Il en résulte des dénaturations affectant les nucléoprotéides qui constituent pour les ypérites des cibles de choix.

On prescrit les chloréthylamines à la dose de 0 milligr. 1 par kg de poids du sujet, en injections intra-veineuses répétées à 24 heures d'intervalle pendant 4 jours. Deux à quatre heures après l'injection apparaissent des nausées, des vomissements, qui sont suivis par de la diarrhée, troubles qui ne sont améliorés par aucune médication. En ce qui concerne ses effets sur les organes hématopoïétiques, l'ypérite à l'azote affecte tout d'abord les cellules les plus jeunes, ensuite aux doses thérapeutiques usuelles, les cellules de la série blanche et plus modérément celles de la série rouge. A doses excessives, elle provoque une leucopénie sévère avec purpura, anémie et anorexie.

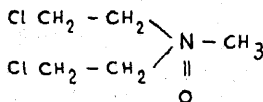
L'indication majeure des dérivés de l'ypérite est la maladie de Hodgkin, dont 70 % environ des cas s'améliorent, mais il ne s'agit jamais que de rémissions qui peuvent atteindre une année.

Telle qu'elle est aujourd'hui pratiquée, cette thérapeutique présente deux inconvénients majeurs: les nausées et les vomissements qui accompagnent la première injection et l'action dépressive sur la moelle osseuse, qui peut devenir redoutable lorsque l'état général du malade est déficient.

C'est pourquoi on a cherché à diminuer cette toxicité tout en conservant l'action cancérigène. HADDOW a ainsi préparé le R 48 ou  $\beta$  Naphtyl - N bis - ( $\beta$  chloréthyl) amine et Ishidate le N Oxyde de méthyle - bis ( $\beta$  chloréthyl) amine ou Nitromine. Ces composés ont donné des résultats très encourageants dans les leucémies lymphoïdes et la lymphogranulomatose maligne, mais malheureusement, dans certains cas, ils peuvent provoquer une forte dépression de la moelle osseuse.



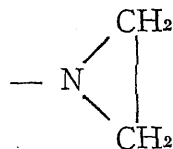
$\beta$  Naphtyl-N bis ( $\beta$  chloréthyl) amine



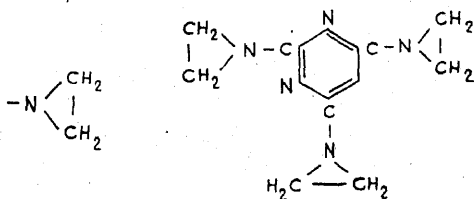
Nitromine

D'autre part, la théorie attribuant l'activité des ypérites à la production de cations éthylène imonium, devait tout

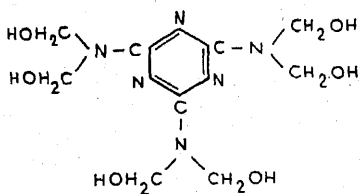
naturellement conduire à expérimenter des dérivés synthétiques renfermant des radicaux



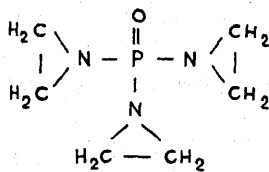
Parmi ces substances, je ne retiendrai que la Triéthylène-mélamine, l'Hexaméthylolmélamine, et la Triéthylènephosphoramide, qui sont efficaces dans la maladie de Hodgkin, les lymphosarcomes, les leucémies lymphoïdes ou myéloïdes et qui présentent l'avantage sur les ypérites de provoquer moins de nausées, mais en revanche leur agressivité vis-à-vis de la moelle osseuse paraît supérieure.



Triéthylène mélamine



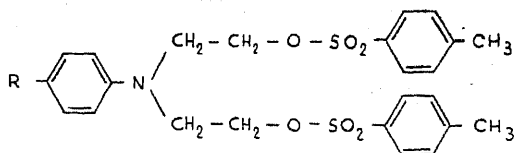
Hexaméthylol mélamine



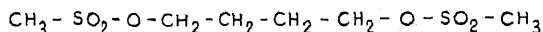
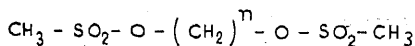
Triéthylène phosphoramide

Tenant compte de tous ces résultats, HADDOW et ses collaborateurs ont préparé des dérivés, dans lesquels les atomes de Cl des chaînes  $\beta$  chloréthylées sont remplacés par des groupements à réactivité similaire: esters phosphorique, sulfurique ou sulfonique.

Seuls les esters disulfoniques ont manifesté quelque activité, notamment les composés du type que voici.



Expérimentant alors sur des molécules beaucoup plus simples, répondant à la formule générale suivante, les chercheurs retinrent spécialement le Di (méthylsulfonyloxy) 1-4 butane, qui fut désigné sous le nom de Myléran.

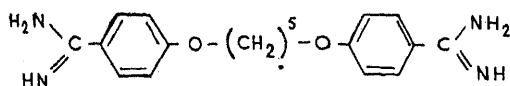


Myléran

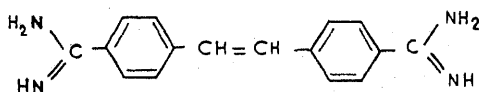
Ce dérivé a fourni des résultats favorables dans les leucémies myéloïdes chroniques, mais il n'a manifesté aucune action dans les autres types de leucémies. On l'administre par voie buccale à raison de 4 à 6 millig par jour pendant plusieurs mois; à doses plus élevées, il peut provoquer de l'agranulocytose et un effondrement des plaquettes sanguines entraînant un syndrome hémorragique grave.

### *Diamidines aromatiques*

Introduites il y a une quinzaine d'années dans la thérapeutique des trypanosomiasés et des leishmaniosés, les diamidines aromatiques, plus spécialement la pentamidine et la stilbamidine, étaient connues des biologistes en raison de leur action inhibitrice sur le métabolisme oxydatif des bactéries. Du fait de leur agressivité à l'égard des protozoaires, dont le métabolisme est certainement plus proche de celui des cellules humaines, que de celui des bactéries, on pouvait attendre, à priori, qu'elles soient également douées d'une certaine toxicité pour les tissus des animaux supérieurs.



Pentamidine



Stilbamidine

C'est par une toute autre voie cependant, que les diamidines prirent rang parmi les substances susceptibles de jouer un rôle dans la chimiothérapie anticancéreuse. En même temps qu'elles provoquent la disparition des symptômes cliniques des leishmanioses, la pentamidine et la stilbamidine corrigent l'hyperprotéinémie, qui est l'une des caractéristiques humorales dominantes de cette affection. C'est pour cette raison, que SNAPPER eut l'idée en 1946, d'appliquer la stilbamidine au traitement du myélome multiple, affection qui se signale, tout comme les leishmanioses, par une augmentation importante du taux des globulines sériques. Le but précis poursuivi par SNAPPER, qui traita par la stilbamidine plus de trente cas de myélome multiple, ne fut pas en réalité atteint, en ce sens que l'hyperprotéinémie persista chez tous les malades. Mais l'auteur observa chez 80 % des sujets traités, un arrêt temporaire de la maladie, caractérisé par l'atténuation ou la disparition des douleurs et par une nette amélioration de l'état général.

On administre la stilbamidine à la dose de 150 millig par jour, en injections intra-veineuses, en évaluant au préalable la susceptibilité du malade par une dose d'essai de 50 millig. Les injections sont ensuite pratiquées à deux jours d'intervalle, la cure entière comportant au total 4 à 6 g de stilbamidine.

Quoique relativement peu toxique, elle doit être administrée avec précaution, car elle provoque une chute de la pression artérielle qui peut être suivie de syncope, résultat d'une

vasodilatation périphérique. Son inconvénient principal est l'apparition fréquente d'une anesthésie dissociée, accompagnée de paresthésies, dans les régions du visage innervées par le trijumeau; ce phénomène, qui est en relation avec la dégénérescence toxique du noyau sensitif principal du trijumeau, paraît inévitable, il échappe à toute thérapeutique et ne s'améliore que très lentement.

Le mode d'action de la stilbamidine a été étudié par SNAPPER; cet auteur a décrit l'apparition dans le cytoplasme des cellules myélomateuses, de granules basophiles ou corps d'inclusion, renfermant essentiellement de l'acide ribonucléique. SNAPPER en conclut que la stilbamidine dissocie les nucléoprotéines des cellules malignes, à une concentration où elle respecte encore les noyaux des cellules saines. Son rôle thérapeutique est donc très limité, d'autant plus que le myélome multiple semble pouvoir être influencé par l'uréthane, d'une manière tout aussi favorable que par les diamidines aromatiques.

#### IV. — ANTIMÉTABOLITES

Il convient à présent de signaler un autre principe, qui a guidé les chercheurs dans leur offensive contre la cellule cancéreuse.

Dès l'instant que l'on a su que certaines substances chimiques étaient indispensables à la croissance normale des cellules, on les a pour cette raison appelées « facteurs de croissance », on a pensé qu'il serait peut-être possible de freiner le développement anarchique des cellules tumorales, au moyen de leurs antagonistes.

Un des facteurs de croissance le mieux connu n'est autre que l'acide folique, substance hydrosoluble du groupe vitaminique B.

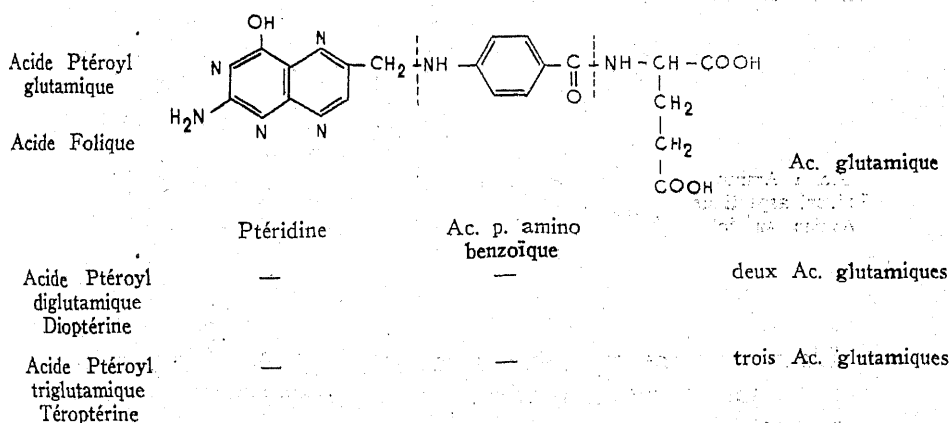
Isolé du foie de divers animaux par STOKSTAD en 1941, préparé synthétiquement quelques années plus tard par ANGLER, l'acide folique, ou acide ptéroïlglutamique, se signale d'une part, par son action excitatrice de la moelle osseuse, qui en fait l'agent de choix du traitement des anémies non pernicieuses, et d'autre part, par ses propriétés stimulantes de la croissance microbienne, d'où les deux termes de vita-

mine anti-anémique et de vitamine de croissance qui lui ont été donnés.

Le fait que certains tissus cancéreux se distinguent par une teneur en acide folique particulièrement élevée, a incité divers auteurs à étudier le rôle possible de cet acide et de ses dérivés, dans le métabolisme des tumeurs. On prépara dans ce but, à partir de l'acide folique, toute une série de substances de formule voisine et on s'aperçut que certaines d'entre elles se caractérisaient par des propriétés biologiques strictement identiques à celles de l'acide folique (analogues de l'acide folique), tandis que d'autres, au contraire, se signalaient par des propriétés diamétralement opposées (antagonistes de l'acide folique).

En se basant sur le fait que les substances carcinogènes peuvent, en certaines conditions, exercer une action anticancéreuse, les deux types de composés furent simultanément étudiés, quant à leur utilisation possible dans la chimiothérapie des néoplasmes.

En dépit d'observations encourageantes, effectuées après l'emploi de la dioptérine, ou acide ptéroyldiglutamique et de la téroptérine, ou acide ptéroyltriglutamique, les résultats obtenus en clinique avec les analogues de l'acide folique furent assez décevants.

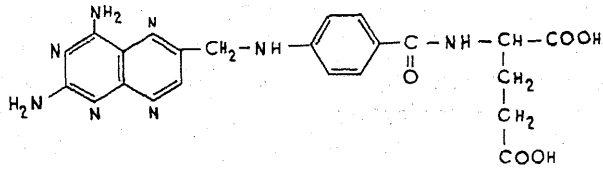




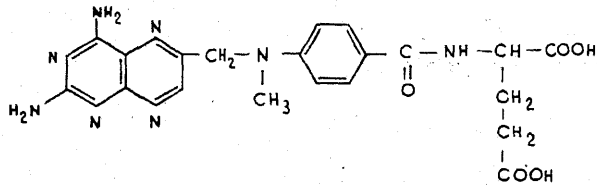
*Antagonistes de l'acide folique*

Beaucoup plus intéressants par contre, sont ceux que fournissent les antagonistes de l'acide folique, parmi lesquels je citerai l'Aminoptérine (ou acide 4 amino ptéroylglutamique), qui ne se distingue de l'acide folique que par la substitution d'un second groupement  $\text{NH}_2$  à l'oxydryle  $\text{OH}$  de la ptéridine, transformation apparemment insignifiante, mais qui suffit à provoquer l'inversion totale des propriétés biologiques de l'acide folique, l'Améthoptérine (ou acide 4 amino méthyl ptéroylglutamique) et l'Amino-an-fol (ou acide 4 amino ptéroyl aspartique); ces deux derniers dérivés paraissent, en raison de leur faible toxicité, particulièrement intéressants.

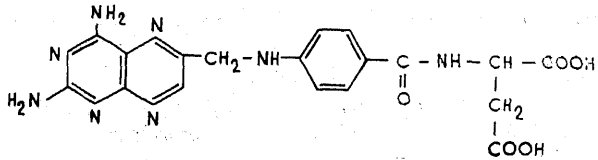
Acide 4 Amino  
Ptéroylglutamique  
Aminoptérine



Ac. 4 Aminométhyl  
Ptéroylglutamique  
A. Méthoptérine



Ac. 4 Amino  
Ptéroyl aspartique  
Amino an fol



L'aminoptérine est sans conteste la première médication qui soit susceptible de produire, dans l'irréremédiable maladie que constitue la leucémie aiguë, une rémission appréciable et réelle, mais pas plus qu'aucun autre médicament, elle ne gué-

rit la leucémie aiguë, la maladie est simplement mise en veilleuse.

La posologie des antagonistes de l'acide folique varie avec le produit employé: 1 à 4 millig d'aminoptérine, 2 à 5 millig d'améthoptérine et 25 à 75 millig d' amino-an-fol. On commence le traitement par des injections intra-musculaires, que l'on continue jusqu'au moment où l'amélioration hématologique se dessine. Le traitement d'entretien peut dès lors se poursuivre à doses plus faibles, généralement administrées par voie buccale.

Mais ce traitement est difficile à conduire, du fait que la dose active est très proche de la dose toxique. On observe en effet, dès que les doses strictement thérapeutiques sont dépassées, des accidents de glossite, de stomatite, des hémorragies digestives, manifestations analogues à celles constatées chez le rat en état de carence folique. Il importe donc, de suspendre la médication, que l'on remplace par de l'acide folique, aux premiers signes de stomatite.

En ce qui concerne le mode d'action de ces composés, il est probable que l'acide folique, vitamine de croissance, est indispensable au développement des cellules sanguines primitives; ses antagonistes, bien que lui ressemblant de manière frappante, quant à leur constitution chimique, contrecarmeraient son action et détermineraient finalement la mort des cellules primitives, en inhibant certains processus fermentatifs qui conditionnent leur métabolisme vital.

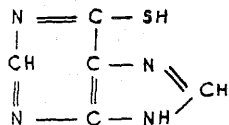
En dehors des antagonistes de l'acide folique, d'autres antimétabolites ont été préconisés dans la lutte anticancéreuse: les antipuriques.

### *Antipuriques*

On sait que dans la formule des acides nucléiques, constituant le groupement prosthétique des nucléoprotéides, entrent des bases puriques et pyrimidiques. On a donc essayé d'entraver la synthèse des nucléoprotéides et par voie de conséquence, la croissance tumorale, en administrant des analogues structuraux de ces bases, susceptibles pensait-on, de bloquer à un certain stade, la succession des processus enzymatiques impli-

qués dans cette synthèse. C'est encore là un suggestif exemple de ces tromperies métaboliques : la cellule cancéreuse meurt pour avoir accepté l'anti-purine, presque identique à sa propre purine, mais inutilisable.

Parmi les nombreux composés expérimentés, seule la 6-mercapto-purine a fourni des résultats encourageants; efficace dans les leucémies aiguës et les leucémies myéloïdes chroniques, on l'administre par voie buccale à la dose de 2,5 millig par kg de poids et par jour pendant plusieurs mois; sa tolérance est bonne, mais les rémissions qu'elle provoque sont malheureusement tardives.



6. Mercapto-purine

Nous allons maintenant étudier un cinquième groupe de médicaments anti-cancéreux : les médicaments hormonaux.

## V. — MÉDICATIONS HORMONALES

C'est au Professeur LACASSAGNE que revient le mérite d'avoir le premier montré en 1932, de façon brillante et définitive, le rôle joué par les hormones dans la genèse du cancer, en provoquant des carcinomes mammaires chez des souris, par des injections répétées et à doses élevées de benzoate d'Œstradiol.

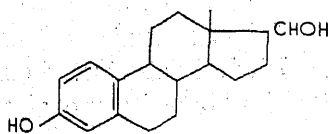
Restait à démontrer que le jeu des hormones, capable de faciliter l'éclosion du cancer, était également capable, dans certaines circonstances, d'en empêcher l'apparition. Cette démonstration fut beaucoup plus laborieuse, mais elle devint néanmoins possible, grâce à la mise en lumière et à l'emploi de l'action antagoniste qu'exercent réciproquement les unes vis-à-vis des autres, les hormones œstrogènes et les hormones androgènes.

### *Œstrogènes*

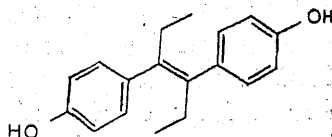
Les œstrogènes sont aujourd'hui utilisés sur une très vaste échelle et dans tous les pays du monde, en vue du traitement des formes inopérables du cancer de la prostate et dans une moindre mesure, de certaines formes inopérables du cancer du sein. Les résultats obtenus dans ces deux types d'affections, bien qu'ils soient exclusivement palliatifs, constituent certainement l'un des plus beaux progrès récemment accomplis dans le domaine de la thérapeutique anti-cancéreuse.

On savait depuis fort longtemps que l'hypertrophie prostatique n'existait pas chez l'eunuque et que la castration de l'organisme masculin prévenait cette affection. Il était donc logique de penser que le même résultat devait pouvoir s'obtenir dans le traitement du cancer prostatique, par l'introduction dans l'organisme d'hormones antagonistes : les hormones féminines œstrogènes.

C'est STRÖHM qui le premier en 1935, observa que l'administration d'hormone sexuelle féminine était susceptible d'entraîner chez certains sujets, atteints de cancer prostatique, de remarquables améliorations. L'année suivante, COUNSELLER démontrait que l'irradiation des testicules par des doses stérilisantes de rayons X, provoquait la même amélioration. C'est de cette double observation qu'est née la technique moderne de l'endocrinothérapie du carcinome prostatique, technique qui vise à neutraliser la fonction hormonale des testicules, soit par l'orchiectomie bilatérale, soit par la radiothérapie testiculaire, soit encore par l'administration massive d'hormone sexuelle féminine. Quelle que soit la méthode choisie, les malades atteints de carcinome prostatique en tirent presque toujours un bénéfice immédiat. On emploie également le Diéthylstilboestrol ou son dipropionate.



Oestradiol



Diéthylstilboestrol

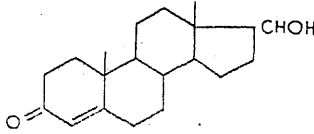
Sous l'influence du traitement, on observe l'atténuation des douleurs et l'état général se relève; cependant l'amélioration des symptômes urinaires est moins régulière et moins accentuée. Cette thérapeutique présente quelques inconvénients mineurs: tendance à l'impuissance sexuelle, phénomènes de féminisation sous forme d'un gonflement des glandes mammaires. Les résultats du traitement, aussi favorables qu'ils puissent l'être, ne sont jamais définitifs. L'apparition régulière de récidives, survenant après une détente de quelques mois à plusieurs années, prouve qu'un certain nombre de cellules cancéreuses sont simplement entrées en sommeil et que, dans les cas mêmes où leur multiplication au niveau de la prostate paraît complètement inhibée, elles sont capables d'émigrer en de nouveaux foyers métastatiques.

Le mode d'action des œstrogènes dans le traitement du carcinome prostatique est certainement complexe. On admet que l'hormone féminine administrée à doses élevées, détermine une inhibition de l'hypophyse antérieure, celle-ci se répercute à son tour sur la cortico-surrénale et les cellules interstitielles du testicule, dont elle freine l'activité androgénique.

En dehors de leur action sur le carcinome prostatique, les œstrogènes constituent une médication adjuvante utile dans le traitement de certains carcinomes du sein, mais seulement chez les malades ayant largement dépassé la ménopause, ou mieux la soixantaine. Cette thérapeutique est à première vue paradoxale, puisqu'il est bien démontré que l'hormone folliculaire exerce sur la glande mammaire une influence essentiellement stimulante, une action cancérigène chez la souris prédisposée. On explique cette action en admettant que la ménopause, se caractérisant par une mise au repos des ovaires, d'où cessation de la production de folliculine, il en résulte un désordre endocrinien général, réagissant lui-même sur les glandes mammaires qui, libérées du contrôle des hormones ovariennes, seraient de ce fait anormalement exposées à la dégénérescence maligne. L'administration d'œstrogènes à doses élevées rétablirait l'équilibre hormonal antérieur.

### *Androgènes*

De même que l'on essaya, avant d'expérimenter la thérapeutique strictement hormonale du carcinome prostatique, d'en retarder le développement par l'orchiectomie, de même, on s'adressa pour le cancer du sein à la double ovariectomie. Les effets heureux de cette opération ouvrirent la voie à l'emploi, comme agents anticancéreux, des hormones antagonistes: les hormones masculines androgènes, en l'espèce la Testostérone.



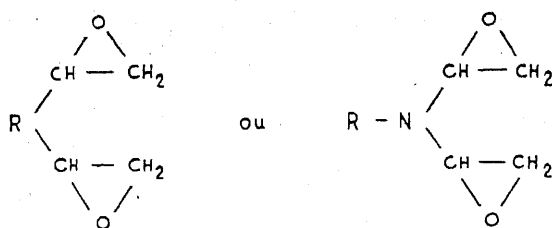
Testostérone

Les résultats obtenus présentent un incontestable intérêt. On administre le propionate de testostérone en injections intra-musculaires, à la dose de 100 millig trois fois par semaine, durant 8 à 10 semaines et on poursuit le traitement par voie buccale, à raison de 40 millig à 50 millig de Méthyl-testostérone par jour, ceci durant deux mois encore. La médication est ensuite interrompue, selon l'évolution, pour une période plus ou moins prolongée.

On observe après deux semaines environ de traitement, une atténuation des douleurs, et l'état général s'améliore. De même que pour le carcinome prostatique, le traitement du cancer du sein par les androgènes est grevé de quelques inconvénients, qui consistent en l'inévitable masculinisation des malades: le timbre de la voix s'abaisse, les poils du visage se développent, le duvet s'épaissit.

Le mode d'action des androgènes dans le cancer du sein est certainement très complexe. On admet généralement qu'il se produit sous leur influence une dépression de l'activité de l'antéhypophyse, qui se répercute à son tour sur les ovaires et la corticosurrénale; la neutralisation des œstrogènes est dès lors aussi complète que possible.

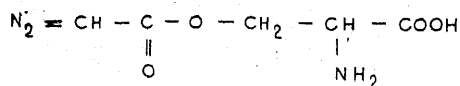
Parmi les derniers nés des agents anticancéreux, je signalerai qu'avec les travaux de HENDRY et ROSE, l'intérêt s'est un moment concentré sur les Dérivés bi-époxydés du type que voici. Ces composés présentent une activité marquée, mais la dose maxima tolérée est trop proche de la dose active et les propriétés cancérigènes ne sont pas exclues.



Dérivés bi-époxydés

Un antibiotique, l'Actinomycine C, extrait des cultures de *Streptomyces chrysomatus*, avait éveillé dans ces dernières années un immense intérêt en Amérique, notamment dans le traitement de la lymphogranulomatose; mais l'expérimentation effectuée en France n'a pas confirmé les espoirs que cette thérapeutique avait fait naître.

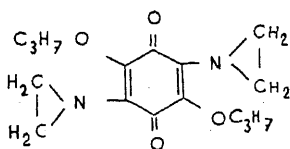
Récemment, une nouvelle substance vient de faire son apparition: l'Azasérine, antibiotique isolé par FUSARI de certains *Streptomyces* et dont la synthèse a déjà été réalisée; elle conduit à des améliorations incontestables, malheureusement très transitoires, dans les leucémies aiguës de l'enfant.



Azasérine

Il y a quelques mois à peine, G. DOMAGK, le génial inventeur des sulfamides, a découvert et expérimenté avec succès la 2-5 diéthylène imine 3-6 dipropyl oxy 1-4 benzoquinone,

que les Et<sup>ts</sup> Bayer ont introduit en thérapeutique sous la dénomination de E 39.



E 39

Ce composé, que l'on administre par voie I. V., présente l'avantage sur les autres cytostatiques d'épargner les tissus sains; ses indications essentielles sont les cancers inopérables et les gros noyaux métastatiques, qu'il fait entrer dans une phase stationnaire, provoquant l'arrêt de leur développement, par épuisement du potentiel de prolifération de la cellule maligne. C'est sur lui, qu'à l'heure actuelle, sont fondés les plus grands espoirs.

Enfin, de puissantes hormones, la cortisone, la corticotrophine hypophysaire, sont devenues des médicaments anticancéreux. Voici par exemple une observation, que je lisais il y a quelques jours, d'un garçon de treize ans, atteint d'une sarcomatose envahissant le thorax, l'abdomen, le crâne, la moelle des os. Après six jours de traitement par l'A. C. T. H., les tumeurs qui comprimaient crâne et poitrine, menaçaient la vie et la respiration, disparurent, la moelle et le sang redevinrent normaux, l'enfant retrouva toutes les apparences d'une santé parfaite. Cette amélioration fut cruellement éphémère, mais elle est digne de retenir l'attention, car l'A.C. T. H. est une stimuline, une substance inactive par elle-même, mais excitant la production par l'organisme de substances actives. Ce malheureux enfant tenait en lui le pouvoir endormi, inexploité mais présent, de triompher passagèrement de son cancer.

Toutes ces recherches ont conduit à mettre au point l'indispensable méthode, qui permet aujourd'hui la prospection systématique des molécules chimiques anticancéreuses et l'étude de substances nouvelles.



L'activité est appréciée simultanément, par la mesure de l'action cytotoxique, comme le faisait DUSTIN pour la colchicine et d'autre part, du point de vue de l'action anti-cancéreuse globale sur un cancer greffé de la souris. Vingt-quatre heures après l'implantation sous-cutanée de sarcome 180, dans la région axillaire de la souris, on pratique des injections intrapéritonéales de l'agent chimiothérapique à essayer, à sa dose maxima tolérée (déterminée par ailleurs); on répète les injections trois fois par jour pendant 7 jours, après quoi, on sacrifie un nombre égal de souris traitées et de souris témoins, et on mesure dans les deux groupes les diamètres et les poids des tumeurs.

Et maintenant il faut conclure, conclure malheureusement que le problème de la chimiothérapie du cancer est encore loin de sa solution. Diverses voies d'approche ont été ouvertes, qui nous montrent cependant que la cellule néoplasique n'est pas invulnérable aux agents chimiques et que certains d'entre eux, possèdent même pour son noyau une affinité remarquablement élective. Si l'on tient compte du fait que les notions que je viens de résumer ont été acquises, presque sans exception, en l'espace d'une quinzaine d'années, il est permis de bien augurer de l'avenir.

Du point de vue strictement pratique, il n'est pas sans intérêt de retenir, que chacun des divers types de substances que nous avons passés en revue, possède des indications propres, qui ne se superposent pas à celles des autres produits. Ainsi le radiophosphore agit sur l'érythémie, l'uréthane sur les leucémies myéloïde et lymphoïde, les dérivés azotés de l'ypérite sur la maladie de Hodgkin, la stilbamidine sur le myélome multiple, les antagonistes de l'acide folique sur la leucémie aiguë, les hormones sexuelles sur les cancers du sein et de la prostate. Seuls, les carcinomes et sarcomes viscéraux, redoutables entre toutes les tumeurs malignes, n'ont pas encore été abordés de manière efficace; tant que nous n'aurons rien à leur opposer, il est bien évident que le terme de chimiothérapie du cancer paraîtra quelque peu emphatique. Aussi passionnante que soit d'autre part, l'étude des produits dont je viens de parler, il faut bien reconnaître que

leur vertu est exclusivement palliative et qu'aucun d'entre eux n'a jamais provoqué autre chose que des rémissions.

Parmi les innombrables composés préparés dans l'espoir de guérir le cancer, et dont je n'ai pu mentionner ici qu'une infime minorité, il n'en est malheureusement que bien peu; qui soient susceptibles d'une utilisation courante en thérapeutique; ceci témoigne d'une quasi infinité de projets avortés et d'espoirs déçus; les hypothèses s'échafaudent puis s'écroulent, mais chacun, avec persévérance, reprend son outil et vous voyez dès lors, combien apparaît enviable le sort des poètes, qui, selon un de leurs critiques, ne doivent sur le métier, remettre que vingt fois leur ouvrage...

---

## RECHERCHES SUR LA PASTEURISATION DU LAIT APRÈS MISE EN BOUTEILLE\*

PAR

F. BERTHAULT\*\*

---

### I. — PRINCIPE

La pasteurisation du lait après mise en bouteille n'est pas pratiquée en France mais compte quelques adeptes en Angleterre et aux U.S.A. L'idée de pasteuriser le lait dans sa bouteille close est née de la constatation que la plupart des accidents d'ordre bactériologique qui surviennent en pasteurisation sont dus à une recontamination.

### II. — PREMIÈRES GRANDES RÉALISATIONS EN ANGLETERRE

*Débuts.* — Les premières tentatives se sont heurtées à de sérieuses difficultés. Le lait froid mis en bouteille était porté à 63°5 puis maintenu à cette température pendant 30 minutes. Les gaz ne pouvant s'échapper de la bouteille close pendant le chauffage, il s'en suivait que le lait prenait une odeur fétide et un goût mauvais rendant sa commercialisation impossible. Force fut donc d'opérer un chauffage préalable sur un appareil à ruissellement, ce qui avait un triple but :

- obtention de la température de pasteurisation,
- libération des gaz fétides et désaération partielle,
- disparition des mauvais goûts.

Mais alors surgissait un nouveau problème : comme il fallait maintenir la température de 63°5, atteinte au préchauffage, jusqu'au moment où les bouteilles entraient en pasteurisation, il devenait nécessaire de prendre des dispositions con-

\* Note présentée à la séance du 14 novembre 1957.

\*\* Ingénieur des industries laitières, Ecole de Laiterie de Nancy.

venables au cours des diverses opérations de remplissage, capsulage et convoyages et, le cas échéant, des manipulations. Ces questions furent résolues par des dispositifs de calorifugeage et de protection.

*Technique définitive* (1). — Le lait cru, filtré, ruisselle sur un préchauffeur pour atteindre 63°5. Il gagne la remplisseuse dont le distributeur est à double paroi d'eau chaude. Les bouteilles vides arrivent propres, sèches et chaudes, par un tunnel d'air chaud. Une fois remplies, elles sont fermées, soit par capsules d'aluminium, soit par bouchons couronnes.

*Dans le premier cas (fermeture alka)* les bouteilles sont généralement mises en paniers et ce sont les paniers qui traversent en 30 minutes le tunnel de pasteurisation dont l'air est chauffé électriquement à 63°5. Le refroidissement se fait par aspersion d'eau ou par immersion partielle dans l'eau.

*Si la fermeture est du type bouchon couronne*, donc parfaitement hermétique, les bouteilles peuvent être pasteurisées individuellement dans des alvéoles noyées, refroidies par immersion totale et finalement mises en paniers.

Le principe de ce type de pasteurisation basse semble idéal outre-Manche par la garantie qu'il apporte d'une pasteurisation certaine et d'une recontamination impossible.

### III. — ESSAIS EN FRANCE

L'application de ce principe est-elle possible en France? Peut-on par ce procédé, partant d'un lait généralement très souillé, surtout dans l'Est, aboutir à des résultats propres à satisfaire à la fois les exigences de la législation et celles de la ménagère? Si, par suite précisément de la qualité du lait au départ, la méthode devait s'avérer insuffisamment efficace, serait-elle susceptible de subir des modifications portant sur la température et la durée de la pasteurisation? Ce sont ces préoccupations qui nous ont guidés dans nos travaux (2).

(1) ENOCK A. G. — *This Milk Business*. Lewis. London.

(2) Recherches effectuées à l'Ecole de laiterie de Nancy avec un pasteurisateur Gasquet, des bouteilles Souchon-Neuvesel, une capsuleuse et des capsules Bouchon-Couronne mis gracieusement à la disposition de l'Ecole.

### 1° *Dispositif matériel*

Nous disposions d'un pasteurisateur à bière par pulvérisation. La pasteurisation de la bière est simple. Les bouteilles remplies de bière froide sont placées dans un chariot. Quand le chariot est plein, on le place sous un filtre qui distribue une pluie d'eau chaude. A la base du chariot, l'eau chaude est récupérée dans un réservoir chauffé par injection de vapeur, puis reprise par une pompe et renvoyée au filtre. La montée de la température se fait donc pour la bière à l'intérieur des bouteilles. Pour le lait, la nécessité d'un préchauffage nous a amené à compléter l'appareil d'un préchauffeur à ruissellement.

Une partie du débit d'eau chaude donnée par la pompe est envoyée dans les faisceaux, l'autre partie retournant directement au réservoir. Une vanne placée sur cette canalisation de retour permet de régler le débit d'eau chaude du préchauffeur.

Quand les bouteilles sont remplies et capsulées par bouchons couronnes, elles sont placées dans la caisse de pasteurisation. On rétablit alors le circuit normal d'eau chaude pendant le temps de pasteurisation.

Ce dispositif expérimental a permis d'attirer notre attention sur certains détails d'ordre technique et de pratiquer nos essais dans différentes conditions de température et de temps.

### 2° *Préchauffage*

Au cours du préchauffage il faut veiller à ce que le lait atteigne la température de pasteurisation pour une température de l'eau chaude supérieure de quelques degrés seulement. Si l'écart est trop grand, le lait gratine, ce qui rend le nettoyage plus difficile et diminue le coefficient d'échange thermique. Le débit de lait étant donné par l'exploitation, c'est donc sur le débit d'eau chaude et sur la surface d'échange qu'il faut agir de préférence.

### 3° Pasteurisation

Les bouteilles remplies doivent pénétrer en pasteurisation à la température de pasteurisation. Partant, le débit de la pompe à eau chaude étant constant, il suffit d'avoir déterminé une fois la température convenable de l'eau chaude pour être certain toutes les fois que le lait est pasteurisé à la température adoptée.

Différentes températures et durées correspondantes furent essayées et pour chaque essai on a noté les qualités organoleptiques, l'acidité et la population microbienne, le jour même, après incubation pendant 24 heures à 20° et à 30° et après incubation pendant 48 heures à 20°.

#### a) Pasteurisation basse 30 minutes à 63° 5.

Par suite du préchauffage par ruissellement le goût est excellent. Aucun dépôt n'adhère aux parois de la bouteille. Naturellement, la ligne de crème est très épaisse pouvant même empêcher l'écoulement du liquide après 12 heures d'incubation à 20°.

Par contre, nous n'avons pas obtenu de résultats bactériologiques satisfaisants étant donné la très forte pollution du lait cru (1 milliard de germes et plus par centimètre cube, dont 1.000 colibacilles au moins); 20.000 germes environ subsistaient, ce qui représente une réduction de 50.000 à 1. Quant aux indologènes, ils ont chaque fois disparu. Le lendemain, chose normale, la population microbienne est passée à 300.000 germes et plus. Pourtant, l'acidité n'a pas varié de plus de 1° Dornic et le goût reste bon. Au bout de 48 heures à 20°, l'acidité n'a guère varié, le goût reste bon si l'échantillon a été conservé à l'abri de la lumière, mais *la stabilité à l'ébullition est à la limite*. A l'étuve à 30° la conservation n'excède pas 20 heures mais cette fois encore l'acidité reste faible, comprise entre 20° et 23° Dornic.

Cette méthode n'a pas été retenue. Au point de vue organoleptique la ligne de crème est trop épaisse pour le consommateur français; au point de vue bactériologique, le lait dont dispose l'industriel français est trop sale pour qu'il obtienne

avec les mêmes moyens les résultats qu'obtiennent ses confrères d'Angleterre ou d'Amérique.

b) *Pasteurisation haute.*

La pasteurisation haute n'est guère possible car il est difficile d'obtenir au préchauffage une température voisine de 80° sans provoquer le gratinage sur les surfaces d'échange. En outre, le goût de cuit apparaît tandis qu'un film de protéines coagulées se forme sur les parois de la bouteille ou se détache en traînées dans la masse liquide.

Par contre, la ligne de crème est minime et les résultats bactériologiques satisfaisants puisqu'on peut passer de 1 milliard de germes au centimètre cube à 2.000 (réduction 500.000 à 1). Les performances de conservation sont sensiblement les mêmes que dans le cas précédent bien qu'à 30° la stabilité semble plus faible.

Nous avons donc été amené à chercher un compromis entre la pasteurisation basse pas assez efficace et la pasteurisation haute, inacceptable au point de vue organoleptique. Nous avons obtenu les meilleurs résultats en soumettant nos bouteilles 25 minutes à 70°.

c) *Pasteurisation 25 minutes à 70°.*

Dans ces conditions le goût reste bon et on obtient une ligne de crème moyenne. Il n'y a pas formation de peau de lait sur le préchauffeur ni de dépôt sur la bouteille. La population microbienne est réduite de 1 milliard à 5.000 environ ou de 30 millions à 2.000 ou même 1.000. Tous les germes pathogènes sont détruits. Après 24 heures d'incubation à 20° ou 22° aucun goût suspect n'est apparu et l'acidité n'a pas augmenté de plus de 1° Dornic. On trouve alors 100.000 germes environ au centimètre cube. Si l'incubation dure 48 heures l'acidité ne varie guère plus mais l'épreuve à l'ébullition devient incertaine. A l'étuve à 30° la coagulation ne survient pas avant 22 heures mais cette fois encore ne s'accompagne pas d'une acidification (acidité comprise entre 20° et 27° Dornic).

#### IV. — CONCLUSIONS

##### I. *Qualité du produit*

###### a) *Efficacité.*

On peut donc déjà conclure que la pasteurisation après mise en bouteille pourrait être ainsi pratiquée en France avec efficacité. Son principe élimine en plus toute idée d'une recontamination par la main-d'œuvre, par les bouteilles et capsules bactériologiquement malpropres, par les mouches ou par les poussières. La manipulation du lait pasteurisé par des porteurs de germes pathogènes Marie typhiques ou autres a été à l'origine de certaines épidémies, la contamination ayant lieu le plus souvent au cours du remplissage surtout si pour une cause ou une autre celui-ci a été interrompu un instant. En outre, il est certain que, si nous disposions comme les Anglo-Saxons d'un lait peu contaminé au départ (100.000 ou 200.000 germes/cc.), nous pourrions ramener la population microbienne à une densité très faible soit 500 ou 600 germes/cc., ce qui est vraisemblablement obtenu dans nos pasteurisateurs à plaques, le complément, soit 1.000 à 1.500 germes venant des tuyauteries allant au tank de garde, du tank de garde lui-même, des tuyauteries allant à la remplisseuse, de la remplisseuse elle-même, des carafes, des capsules, etc...

###### b) *Conservation.*

De plus, partant de ce lait propre, nous pourrions sans doute prolonger la durée de conservation. Pourquoi au cours de nos essais aucune bouteille n'a-t-elle jamais coagulé par acidification? On peut penser que l'action de la chaleur étant peu brutale les formes sporogènes échappent à la destruction en sporulant. Dans ce cas les spores redonneraient plus tard la forme virulente probablement protéolytique ou présurigène dont l'action se trouve favorisée par la non concurrence des ferments lactiques disparus. Une telle flore n'existe pas dans un lait de traite aseptique qui contient surtout des streptocoques ou des diplocoques. Si cette hypothèse devait s'avérer exacte on voit que disposant d'un lait propre, il est possible qu'on n'ait plus à détruire de ces formes sporogè-



nes mais seulement la flore naturelle banale, laquelle serait pour ainsi dire anéantie. Partant, la coagulation ne pourrait avoir lieu que par acidification, c'est-à-dire pas avant que cette flore n'ait retrouvé une densité et une virulence suffisantes.

Dans l'état actuel des choses, retenons seulement que d'essais de conservation effectués parallèlement avec du lait en carafe du commerce, il résulte que les performances de conservation sont à peu près identiques si ce n'est que l'un caille sans acidification et l'autre à 65-70° Dornic. L'accroissement microbien est le même dans les deux cas. Le lait du commerce a une ligne de crème plus faible mais prend plus rapidement le goût oxydé, ce qui est en faveur du préchauffage par ruissellement. La désaération qui s'opère pendant ce chauffage à l'air libre aurait en outre pour effet de préserver les vitamines, et surtout la vitamine C, de la destruction.

A 70°, les modifications physicochimiques sont encore peu sensibles et la valeur nutritive inaltérée. Le procédé apporte donc au consommateur et à l'hygiéniste des garanties certaines. Gardons-nous cependant de confondre lait pasteurisé en bouteille et lait stérilisé. Si, à cause de la fermeture préalable, la recontamination est impossible après chauffage dans les deux cas, l'un est par définition stérile tandis que l'autre contient encore des germes capables de se multiplier et de provoquer la fermentation du lait dans un délai plus ou moins long. Cette fermentation peut même devenir violente au point de provoquer au bout de huit jours environ l'explosion d'une bouteille fermée hermétiquement par bouchon couronne et laissée à l'oubli à la température de 20°.

Il importe donc de détruire dans l'esprit du public toute confusion entre le lait stérilisé et le lait pasteurisé après mise en bouteille.

## *2. Point de vue économique*

### *a) Surveillance, contrôle et entretien.*

La surveillance et le contrôle de l'installation ne posent pas de problème. Si pour une raison quelconque (panne de

vapeur) la température de l'eau du préchauffage, bien que réglée par thermostat, atteint des valeurs pour lesquelles le lait ne serait pas chauffé à la température de pasteurisation, l'arrivée du lait est arrêtée par une vanne thermostatique. La durée de pasteurition dépend de la vitesse du convoyeur et ne saurait donc varier. De même la température qui dépend du débit de la pompe et de la température de l'eau chaude est établie une fois pour toute et réglée par thermostat.

L'entretien et le nettoyage sont réduits au minimum. Pendant que les dernières bouteilles sont en pasteurisation, le préchauffeur et la remplisseuse sont nettoyés rapidement puisqu'il n'y a pas ou peu de démontage, de joints de surface internes ou de canalisations compliquées.

#### b) *Prix de revient.*

Il est difficile d'apprécier les dépenses d'énergie d'une installation sans l'étudier dans ses conditions normales d'exploitation. Il est vrai pourtant que les bouteilles conservent la chaleur qu'elles ont acquise au moment de leur nettoyage et qu'elles finissent par céder lors du refroidissement. S'il n'y a pas récupération de chaleur de lait à lait, du moins l'eau chaude ou tiède peut-elle être récupérée pour l'alimentation des ballons d'eau chaude, des chaudières, etc...

Apparemment, la casse des bouteilles ne peut pas être supérieure à celle déplorée dans les installations classiques puisque l'élévation en température a lieu dans les mêmes machines à laver et qu'il est possible d'obtenir un refroidissement progressif.

Par contre les investissements que représente l'installation et les frais d'amortissement qui en découlent semblent importants. Comme il faut éviter toute baisse de température entre le préchauffage et la pasteurisation, la nécessité de tunnels convoyeurs chauffés, de coffres vitrés chauffés, d'une double paroi d'eau chaude pour le distributeur de la remplisseuse, laisse prévoir des réalisations matérielles délicates ou coûteuses. Une telle installation nécessite encore une place considérable.

Finalement, compte tenu des récupérations possibles, de la réduction des frais de main-d'œuvre et de nettoyage, de l'augmentation probable de frais d'amortissement, il est difficile de se prononcer sur les différences de prix de revient entre le procédé classique et celui-ci. En Angleterre, d'après Arthur Guy Enock, cette différence serait peu sensible, parfois même à l'avantage du procédé de pasteurisation après mise en bouteille.

c) *Réalisations possibles.*

Ce procédé semble susceptible d'intéresser le petit laitier qui aimerait faire quelques centaines de bouteilles par jour. L'installation pourrait alors être très simplifiée se limitant à un préchauffeur, une remplisseuse calorifugée au liège, une capsuleuse à pédale et un tunnel de pasteurisation par aspersion d'eau chaude, traversé d'un convoyeur.

D'autre part, étant donné la haute qualité du lait ainsi pasteurisé, peut-être y a-t-il pour lui un débouché intéressant si quelqu'un tente un jour de la commercialiser en plus grand comme un produit de luxe, homogénéisé, mis en bouteilles de demi-litre portant la mention: « Ce lait a été pasteurisé après mise en bouteille, toute recontamination entre la pasteurisation et la consommation est impossible ». Il s'agit là d'un problème d'éducation du consommateur et d'un problème économique.

PROJET D'INSTALLATION DE PASTEURISATION  
APRÈS MISE EN BOUTEILLES

Débit horaire: 400 litres.

Température de pasteurisation: 70°.

Durée: 25 minutes.

Préchauffeur: acier inoxydable, contre courant; surface d'échange: 3 m<sup>2</sup>; surface d'encombrement: 1 m<sup>2</sup>.

Ceci pour un débit d'eau chaude cinq fois plus grand que le débit du lait et pour des températures d'entrée et de sortie respectivement de 75° et 71°.

Débit de la pompe à eau chaude: 2.000 l/h.

Contenance du ballon d'eau chaude: 250 l.

Réglage de la température par vanne de vapeur thermostatique.

Système de sécurité: vanne d'arrivée du lait thermostatique en relation avec l'eau à l'entrée du préchauffeur.

Remplisseuse: remplissage simultané de 8 bouteilles par une remplisseuse à 8 becs-siphons calorifugée au liège. Cadence: 1 bouteille en 1 minute 12 secondes.

Capsuleuse: petite capsuleuse à main ou plutôt à pédale. Cadence: 1 bouteille toutes les 9 secondes.

Paniers: paniers métalliques de préférence à 8 cases. Dimensions: longueur: 0,55 m; largeur: 0,25 m; hauteur: 0,28 m.

La mise en paniers doit pouvoir être faite simultanément avec le capsulage.

Pasteurisateur: doit pouvoir contenir 21 paniers.

Consiste en une caisse métallique ou en bois traversée par un convoyeur et un dispositif d'aspersion d'eau chaude. la largeur doit être:

Si les paniers marchent 3 de front la longueur doit être:

$$7 \times 0,55 = 3,85 \text{ m. Long. hors tout } 4 \text{ m.}$$

$$3 \times 0,25 = 0,75 \text{ m. Long. hors tout } 0,9 \text{ m.}$$

Pour éviter de trop grandes déperditions de chaleur, il importe que les paniers entrent et sortent rapidement; les transrouleurs continuent au delà de l'entrée du tunnel et reprennent avant la sortie.

Si L est la longueur utile du tunnel, l est la longueur des paniers, la longueur du convoyeur entre les axes des pignons

$$= 5 \text{ l.} + 1/3 \text{ l.} + 1/2 \text{ l.} : 3,20 \text{ m.}$$

$$\text{Vitesse du convoyeur: } \frac{3,20}{25} = 0,128 \text{ mètre par minute.}$$

Température de l'eau chaude: 70° ou 70° 5

Débit de la pompe: 7.000 l./h.

Capacité du ballon à eau chaude: 800 l.

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES ESSAIS DE PASTEURISATION

*Résultats obtenus immédiatement après traitement*

N° de l'essai	Tempér. de préchauf.	Pasteurisation		Acidité Bornia	Pero- xydase	Goût	Germe total	Germe indolo- gènes
		Tempér.	Durée					
1	66°	64-66°	30'	18°	*	T.H.	22.000	-
2	67°	64-65°	30'	18°	*	T.H.	18.000	-
3	66°	64-65°	30'	19°	*	T.H.	14.000	-
4	69,5°	65-66°	30'	22°	*	B	12.500	-
5	72-73°	72-75°	20'	19°	+	B	16.500	-
6	67°	70-74°	15'	19°	+	B	15.500	-
7	71°	73-75°	10'	18°5	+	B	18.500	-
8	72°	73°	22'	19°	-	B	1.500	-
9	70°	80°	9'	17°	-	cuit	2.000	-
10	77°	77-73°	18'	16°	-	cuit	1.500	-
11	70°	66-68°	15'	18°	+	B	4.000	-
12	68°	66-70°	25'	18°5	+	B	9.000	-
13	68°	68-70°	18'	17°5	+	B	3.500	-
14	70°	70-71°	30'	16°5	-	B	1.000	-
15	70°	70-71°	25'	16°	+	B	2.000	-
16	70°	70-71°	25'	19°5	+	B	2.500	-
17	70°	70-71°	25'	17°	+	B	2.000	-
18	70°	69-71°	25'	17°	+	B	1.500	-

*Résultats obtenus après 24 heures à 30°*

N° de l'essai	Tempér. de préchauf.	Pasteurisation		Acidité	Goût	Crème	Germe total	Germe indolo- gènes
		Tempér.	Durée					
1	66°	64-66°	30'	18°5	B	épaisse	315.000	-
2	67°	64-65°	30'	22°	B	"	274.000	-
3	66°	64-65°	30'	22°	B	"	262.000	-
4	69°5	65-66°	30'	22°	B	"	195.000	-
5	72-73°	72-75°	20'	19°	B	mince	110.000	-
6	67°	70-74°	15'	19°	B	"	77.000	-
7	71°	73-75°	10'	19°	B	"	128.000	-
8	72°	73°	22'	19°5	B	"	46.000	-
9	70°	80°	9'	18°	cuit	T. mince	28.500	-
10	77°	77-73°	18'	16°5	cuit	T. mince	52.000	-
11	70°	66-68°	15'	18°	B	moyenne	68.500	-
12	68°	66-70°	25'	19°	B	"	165.000	-
13	68°	68-70°	18'	18°	A.B.	"	75.000	-
14	70°	70-71°	30'	16°5	B	moyenne	128.000	-
15	70°	70-71°	25'	16°	B	"	140.000	-
16	70°	70-71°	25'	19°5	B	"	92.000	-
17	70°	70-71°	25'	17°	B	"	74.000	-
18	70°	69-71°	25'	16°5	B	"	85.000	-

EFFECTUEE APRES MISE EN BOUTEILLES DU LAIT

*Résultats obtenus après 24 heures à 30°*

N° de l'essai	Tempér. de préchauf.	Pasteurisation : Tempér.	Durée	Acidité	Aspect
1	66°	64-66°	30'	27°	Début de coagulation
2	67°	64-65°	30'	27°	Coagulé
3	66°	64-65°	30'	27°	Début de coagulation
4	69°5	65-66°	30'	32°	
5	72-73°	72-75°	20'	21°5	Liquide
6	67°	70-74°	15'	19°	Coagul. et exsudation sérum
7	71°	73-75°	10'	22°	Coagulé
8	72°	73°	22'	21°5	Coagulé
9	70°	80°	9'	20°	Début de coagulation
10	77°	77-73°	18'	17°5	" " "
11	70°	66-68°	15'	26°	Coagulum mou
12	68°	66-70°	25'	20°	Liquide
13	68°	68-70°	18'	26°	Coagulum mou
14	70°	70-71°	30'	18°5	Début de coagulation
15	70°	70-71°	25'	21°5	" " "
16	70°	70-71°	25'	19°5	" " "
17	70°	70-71°	25'	30°	" " "
18	70°	69-71°	25'	20°5	Liquide

*Résultats obtenus après 48 heures à 20°*

N° de l'essai	Tempér. de préchauf.	Pasteurisation : Tempér.	Durée	Acidité	Aspect	Crème	Goût
1	66°	64-66°	30'	22°	Déb. coag.	Très épaisse	Bon
2	67°	64-65°	30'	25°	Liquide	" "	"
3	66°	64-65°	30'	26°5	"	" "	Acide
4	69°5	65-66°	30'	22°	"	" "	Bon
5	72-73°	72-75°	20'	21°	Liquide	Moyenne	Bon
6	67°	70-74°	15'		Déb. coag.	"	Médiocre
7	71°	73-75°	10'	20°	"	" "	"
8	72°	73°	22'	20°	"	" "	Passable
9	70°	80°	9'		Déb. coag.	Très mince	Quit
10	77°	77-73°	18'	19°	"	" "	"
11	70°	66-68°	15'	21°	Liquide	Moyenne	Bon
12	68°	66-70°	25'	19°5	"	Épaisse	"
13	68°	68-70°	18'	22°	"	Moyenne	"
14	70°	70-71°	30'	21°	Déb. coag.	Moyenne	Bon
15	70°	70-71°	25'	19°	"	" "	"
16	70°	70-71°	25'	20°	Liquide	"	"
17	70°	70-71°	25'	21°	"	" "	"
18	70°	69-71°	25'	19°5	"	" "	"

**LISTE DES REVUES DÉPOSÉES  
A LA BIBLIOTHÈQUE MUNICIPALE  
PAR LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES EN 1956\***

---

Les titres non portés et existant sur la liste publiée antérieurement ne signifient pas une interruption des échanges. Des sociétés envoient irrégulièrement leurs échanges tout en restant correspondants. Par exemple, en 1957, l'Institut Grand-Ducal de Luxembourg, Section Sciences, a régularisé l'échange de ses « Archives ». Certains groupements publient à intervalles très irréguliers (par exemple : Société d'Histoire Naturelle de la Moselle - Cahiers). Des nouveaux correspondants ont aussi été inscrits pour nos échanges. Seul l'examen des listes de plusieurs années consécutives donnera donc la bibliographie précise de ce fonds des revues scientifiques.

1. Abhandlungen der bayerischen Akademie der Wissenschaften  
Mathematisch naturwissenschaftliche Abteilung.
2. Académie royale de Belgique. Annuaire.
3. Académie royale de Belgique. Bulletin de la classe des sciences.
4. Académie royale de Belgique. Classe des sciences. Mémoires.  
Coll. in-8°.
5. Académie royale de Belgique. Classe des sciences. Mémoires.  
Coll. in-4°.
6. Acta biologica. Academiae scientiarum hungaricae.
7. Acta chimica. Academiae scientiarum hungaricae.
8. Acta faunistica entomologica musei nationalis Pragae.
9. Acta Musei Silesiae (Casopis Slezskeho musea vopare). Série  
A Historia naturalis.
10. Acta societatis botanicorum Polinae.
11. Acta Universitatis agriculturae et silviculturae, Brno, Rada A.
12. Acta Universitatis agriculturae et silviculturae, Brno. Rada C.
13. Acta Sluko, Olomouc Museum Tchécoslovaquie.
14. Akademia nauk Soioza, URSS.
15. Anales de la estacion experimental de Aula Dei Saragosse.
16. Anales de la Sociedad Científica Argentina.
17. Annalen des naturhistorischen Museums in Wien.
18. Annales Academia scientiarum Fennicae. Série A III Geologica-  
Geographica.

\* Tenue à jour avec l'aide obligeante de M. R. CUÉNOT, Bibliothécaire à la Bibliothèque Municipale.

19. Annales Academiae scientiarum Fennicae. Séries A. IV. Biologica.
20. Annales Academiae scientiarum Fennicae. Séries A. V. Medica.
21. Annales botānici societatis zoologicae botanicae Fennicae Vanamo.
22. Annales de la Faculté des Sciences de Marseille.
23. Annales de la Société d'émulation et d'agriculture de l'Ain.
24. Annales de la Société géologique de Pologne (Rocznik polskiego towarzystwa geologicznego).
25. Annales de la Société Géologique du Nord.
26. Annales historico naturales Musei nationalis Hungarici, Budapest.
27. Annales scientifiques de l'Université de Besançon.
28. Annales Universitatis Mariae Curie Skłodowska. Lublin.
29. Annales Universitatis Saraviensis, Wissenschaften, Sciences, Sarrebrück.
30. Annales zoologici societatis zoologicae-botanicae Fennicae Vanamo.
31. Annali della Facolta di scienze agrarie della Universita di Napoli Portici.
32. Annali della stazione chimico-agraria sperimentale di Roma.
33. Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution.
34. Annual report of the bureau of American ethnology.
35. Archives des Sciences. Genève.
36. Archivum societatis zoologicae botanicae fennicae Vanamo.
37. Arkiv för botanik utgivet av k. svenska vetenskapsakdemien.
38. Arkiv för fysik utgivet av k. svenska vetenskapsakdemien.
39. Arkiv för geofysik utgivet av k. svenska vetenskapsakdemien.
40. Arkiv för Kemi utgivet av k. svenska vetenskapsakdemien.
41. Arkiv för matematik utgivet av k. svenska vetenskapsakdemien.
42. Arkiv för zoologi utgivet av k. svenska vetenskapsakdemien.
43. Atti della accademia ligure di scienze e lettere. Gènes.
44. Atti della Societa toscana di scienze naturali residente in Pisa. Memorie.
45. Bahunia Zeitschrift der Basler botanischen Gesellschaft Bâle.
46. Bayerische Akademie des Wissenschaften-Jahrbuch.
47. Beaufortia. Series of miscellaneous publications. Zoological Museum. Amsterdam.
48. Beiträge zur naturhündlichen Forschung in Sudwestdeutschland.
49. Bericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur und Heilkunde zu Giessen, Naturwissenschaftliche Abteilung.



50. Bericht über die Tätigkeit der St Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft.
51. Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg in Brissgau.
52. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk, utgifna af Finska Vetenskaps-societeten.
53. Bihang till Göteborg kungl. vetenskaps och vitterhets-samhälles handlingar.
54. Bioloski Vestnik. Ljubljana.
55. Blumea. Tijdschrift voor de Systematöek en de Geografie der Planten. Leiden.
57. Boletin del centro de Documentacion científica y tecnica. Mexico.
57. Bolletino dell'Istituto di entomologia della Universita degli studi di Bologna.
58. Bulgarska Akademia na naukite. Isvestia na geologueskia institut. Sofia.
59. Bulletin de l'Association philomatique d'Alsace et de Lorraine. Strasbourg.
60. Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire. Dakar.
61. Bulletin de la Société Bellefortaine d'émulation.
62. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord.
63. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de la Moselle.
64. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse.
65. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle des Ardennes.
66. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle du Doubs.
67. Bulletin de la Société des naturalistes et archéologues du Nord et de la Meuse.
68. Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France.
69. Bulletin de la Société des sciences naturelles de Tunisie.
70. Bulletin de la Société Fribourgeoise des sciences naturelles. Compte rendu.
71. Bulletin de la Société géologique de Normandie et des Amis du Museum du Havre.
72. Bulletin de la Société Neufchatoise des sciences naturelles.
73. Bulletin de la Société Royale de botanique de Belgique.
74. Bulletin de la Société Royale des sciences de Liège.
75. Bulletin de la Société scientifique de Bretagne (Sciences mathématiques, physiques et naturelles).
76. Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles.
77. Bulletin de Mayenne - sciences, Laval.

78. Bulletin du Museum National d'histoire naturelle.
79. Bulletin du service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine.
80. Bulletin et Annales de la Société Entomologique de Belgique.
81. Bulletin mensuel de la Société Linéenne de Lyon.
82. Bulletin of the independant biological lanoratories Kefar Malal-Ramatayim (Israël).
83. Cahiers ligures de préhistoire et d'archéologie publ. par les Sections Françaises de l'Institut International d'études ligures.
84. Canada department of mines and resources. Mines and geology branch Geological survey. Memoir.
85. Canada department of mines and resources. Mines and geology branch Geological survey. Bulletins.
86. Canada department of mines and resources. Report of mines and geology branch...
87. Candollea. Organe du Conservatoire et du Jardin botanique de la Ville de Genève.
88. Delpinoa. Nuova serie del Bulletino dell'orto botanico della Università di Napoli.
89. Direcção Geral de minas e serciços geologicos. Communicações. Porto.
90. Direcção Geral de minas e serciços geologicos. Estudos, notas e trabalhos de service de fomento mineiro. Porto.
91. Direction Générale des mines et services géologiques. Mémoires des services géologiques du Portugal. Lisbonne.
92. Fédération Française des Société des Sciences Naturelles, Bulletin tri. Versailles.
93. Fragmenta floristica et geobotanica... a Societate botanicorum Poloniae publicata. Varsovie.
94. Göteborgs kungl. vetenskaps-och vitterhets samhälles. Handlingar. Serien B.
95. Institut Danois des échanges internationaux et publications scientifiques et littéraires. Dania polyglotta.
96. Instituto botanico da Universidade de Coimbra. Boletim da Sociedade Broteriana.
97. Instituto botanico da Universidade de Coimbra. Memorias de Sociedade Broteriana.
98. Instituto di geologia, palcontologia, geografia fisica della Università di Milano, Pubblicazione.
99. Jahrbuch der naturwissenschaftlichen Abteilungen. am Joanneum. Graz.

100. Journal of the scientific laboratories of Denison University, Granville (Ohio).
101. Det Kgl. Danske videnshabernes selskab. Biologiske meddelelser.
102. Det Kgl. Danske videnshabernes selskab. Biologiske skrifter.
103. Det Kgl. Danske videnshabernes selskab. Mathematisk - fysiske meddelelser.
104. Det Kgl. Danske videnshabernes selskab. Oversigt over selskabets virksomhed.
105. Kungliga svenska vetenskapskademiens Arsbok.
106. Kungliga svenska vetenskapskademiens Handlingar.
107. Kungliga vetenskaps societetens. Arsbok. Uppsala.
108. Mādjalah ilmualam untuk Indonesia. Indonesian journal for natural science.
109. Mémoires de l'Académie des Sciences, Arts et Belles Lettres de Dijon.
110. Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord.
111. Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Tunisie.
112. Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.
113. Mémoires de la Société entomologique de Belgique.
114. Mémoires de la Société des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg.
115. Mémoires de la Société Royale des sciences de Liège.
116. Mémoires de la Société Vaudoise des sciences naturelles.
117. Memoirs and proceedings of the Manchester literary and philosophical society.
118. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz.
119. Minéralgitschesku Lvov.
120. Miscellaneus publications. University of Michigan. Museum of zoology.
121. Ministerio de Educacion de la Nacion. Direccion General de cultura Revista. Comunicaciones del Instituto Nacional de investigacion de las ciencias naturales.
122. tura Revista. Comunicaciones del Instituto Nacional de investigacion de las ciencias naturales.
123. Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft, Bern.
124. Mitteilungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Winterthur.
125. Mitteilungen der naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark.
126. Natur und Volk.
127. Notulae naturae of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia.

- 127 bis. Occasional papers of the California Academy of sciences.
128. Polish technical abstracts. Warszawa.
129. Polska Akademia Nauk. Instytut zoologiczny. Acta ornithologica. Varsovie.
130. Polska Akademia Nauk. Instytut zoologiczny. Acta theriologica.
131. Polska Akademia Nauk. Instytut zoologiczny. Annales roologii.
132. Polska Akademia Nauk. Instytut zoologiczny. Fragmenta faunistica.
133. Polska Akademia Nauk. Komitet ekologiczny. Ekologia polska. Varsovie.
134. Polski zwiasek entomologiczny.
135. Polskie towarzystwo botaniczne. Acta agrobotanica.
136. Polskie towarzystwo botaniczne. Monographiae botanicae.
137. Poznanski towarzystwo przyjaciol nauk. Bulletin de la Société des Amis des sciences de Poznan. Serie B. Sciences mathématiques et naturelles.
138. Prace. Acta Academiae scientiarum Cechoslovenicae. Brno.
139. Prirodovedecky sbornik ostravskeho kraje. Acta rerum naturalium ostraviensis. Opava.
140. Proceeding of the Academy of natural sciences of Philadelphia.
141. Proceeding of the American Academy of arts and sciences Boston.
- 141 bis. Proceedings of the California Academy of sciences.
142. Proceedings of the Nova Scotian Institue of science.
143. Publication de la Faculté des Sciences de Brno. Prirodovedecki Fakulty.
144. Redia. Giornale di entomologia pubblicato alla srazione di entomologia, - agraria u. Firenze.
145. Revue des questions scientifiques. Bruxelles.
146. Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein.
147. Scripta medica facultatum medicinae universitates Masarykoanae et Palackyanae. Brno.
148. Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München.
149. Smithsonian Institution. Bureau of american ethnology. Bulletins.
150. Societa nazionale di scienze, lettere ed arti di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle scienze, fisiche e matematiche.
151. Societas geographica Fenniae. Acta geographica.
152. Societas pro fauna et flora Fennica. Acta botanica fennica.
153. Societas pro fauna et flora Fennica. Fauna fennica.

154. Societas pro fauna et flora Fennica. Acta zoologica Fennica.
  155. Societas pro fauna et flora Fennica. Memoranda societatis.
  156. Societas scientiarum fennica. Arsbok.
  157. Societas scientiarum fennica. Commentationes biologicas.
  158. Societas scientiarum fennica. Commentationes humanarum literaturum.
  159. Societas scientiarum fennica. Commentationes physico-mathematicae.
  160. Société d'étude des sciences naturelles de Reims. Bulletin.
  161. Tätigkeitberichte der naturforschenden Gesellschaft. Baselland.
  162. Trabalhos di antropologia e etnologia. Porto.
  163. Transactions of the Wisconsin Academy of sciences, arts and lettres. Madison.
  164. Universitetet i Bergen. Arbok. Naturvitenskapelig rekke.
  165. University of Kansas. Paleontological contributions.
  166. University of Kansas. Publications Museum natural history.
  167. University of Kansas. Science bulletin.
  168. Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel.
  169. Verhandlungen der naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westphalens Decheniana.
  170. Verhandlungen der zoologisch botanischen Gesellschaft in Wien.
  171. Veröffentlichungen des naturwissenschaftlichen Vereins zu Osnabrück.
  172. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zurich.
  173. The Wasman. Journal of biology.
  174. Zooleo. Bulletin de la Société de botanique et de zoologie congolaise.
  175. Zoologiska bidrag från Uppsala.
-

**Table alphabétique des auteurs, année 1956**

---

- J. BARRY. — Recherches sur la neuro-sécrétion diencephalique chez *Talpa europæa*, pp. 49-58.  
— Les cellules neurosécrétoires acidophiles du noyau hypothalamique latéro-dorsal interstitiel du Cobaye, pp. 70-76.
- S. BESSON, M. LEDER. — La gantrisine (Sulfafurazol), sulfamide soluble, est-elle liée aux protéines plasmatiques, pp. 33-35.
- S. BESSON, M. LEDER, P. LEFORT. — Fixation comparée de divers médicaments sur les tissus, les hématies et la laine, pp. 122-124.
- E. G. BONNARD. — Principes et méthodes de la recherche du Pétrole, pp. 86-100.
- H. CONTAUT. — Sur le contenu du sous-sol lorrain. N° 1, pp. 5-8.
- H. COURBET. — Conflit de l'Homme et de la Nature, pp. 130-136.
- P. FLORENTIN. — Les tumeurs génitales à retentissement hormonal, pp. 107-119.
- G. GARDET (avec la collaboration de R. LAUGIER). — A propos du pointement cristallin de Bussières-les-Beumont (Haute-Marne), pp. 59-69.
- J. G. MARCHAL. — Les Bactéries chromogènes, pp. 125-129.
- P. L. MAUBEUGE. — Oxfordien supérieur et Argovien dans la région de Chaumont en Bassigny (Haute-Marne). N° 1, pp. 9-19.
- P. L. MAUBEUGE. — Quelques observations géologiques à propos du sondage de Domgermain-les-Toul (M.-et-M.), pp. 119-120.
- M. L. de POUCQUES. — Examen de la flore Algale de quelques mares du Sénégal, pp. 77-83.
- M. THIRION. — Les orchidées, pp. 100-106.
- A. VEILLET. — Sur le déterminisme du sexe des cirripèdes acrothoraciques du genre *Trypetesa* (= *Alcippe*). N° 1, pp. 1-3.  
— Sur le déterminisme du sexe de *Portunion maenadis*, Isopode parasite du crabe *Carcinus maenas*. N° 1, pp. 3-4.
- A. VEILLET. — Sur l'inhibition hormonale de la mue chez les Crustacés décapodes pendant la saison des mues, pp. 46-48.
- R. G. WERNER. — Nouvelles recherches sur les ascospores des Lichens et leur germination, pp. 20-32.  
— Etudes écologiques sur les Lichens des terrains schisteux maritimes, pp. 137-152.
-

**Table alphabétique des auteurs, année 1957**

---

- Ph. DUCHAUFOUR. — Pédologie, science de l'évolution du sol, pp. 43-49.
- Cl. FABERT, R. G. WERNER. — Champignons et Bryophytes libano-syriens, pp. 126-132.
- L. GIRAULT. — La recherche scientifique dans un service de médecine du travail, pp. 140-173.
- G. GRIGNON. — Aspects histophysiologiques du développement du complexe hypothalamo-hypophysaire chez l'embryon de Poulet, pp. 86-100.
- E. HUBAULT. — Etude des pollutions d'eaux libres. Méthode chimique, méthode biologique, têt Poisson, pp. 22-42.
- E. JANNOT. — Statistique et cancer, pp. 11-20.
- P. L. MAUBEUGE. — Deux Ammonites nouvelles du Liàs moyen de l'Alfemagrie septentrionale, pp. 2-7.
- Dogger, Kilianines et questions connexes dans la moitié orientale du Bassin de Paris, p. 101-125.
- R. MOREAUX. — L'hélioloxodromie chez les Insectes, pp. 8-10.
- J. PAYEN. — *Phoma Betae* (Oud.) Frank. et les maladies de la Betterave, pp. 50-74.
- P. A. REMY. — Pauropodes du Mexique méridional, pp. 133-139.
- J. TAVERNIER, S. BESSON. — De la chromatographie du cuivre sur papier, pp. 75-82.
- La répartition érythroplasmatique du cuivre et sa fixation sur les hématies, pp. 174-178.
-

## COMPTES RENDUS DES SÉANCES

---

### Séance du 14 mars 1957

La séance est ouverte à 17 h. 10, sous la présidence de M. le Professeur WERNER, qui déclare M. GRIGNON admis comme membre de la Société et présente la candidature de M. METRO, présenté par MM. ROL et WERNER.

Le Président remercie la Ville de Nancy, en la personne du Docteur WEBER présent, de la subvention de 75.000 fr. qu'elle a accordée à la Société.

L'ordre du jour appelle deux communications :

M. TAVERNIER et Mlle BESSON :

« *De la chromatographie du cuivre sur papier* ».

M. MAUBEUGE :-

« *Dogger, Kilianines et questions connexes dans la moitié orientale du bassin de Paris* ».

M. le Professeur FLORENTIN présenté en une Conférence illustrée de projections :

« *L'influence des radiations sur les êtres vivants : radiobiologie et radiopathologie* ».

La séance est levée à 18 h. 35.

### Séance du 11 avril 1957

La séance est ouverte à 17 h. 10, sous la présidence de M. le Professeur WERNER.

Le Président annonce que le Conseil Général a attribué une subvention de 25.000 fr. à la Société.

D'autre part, la Société a reçu de la part de Mme veuve Walter (de Saverne) les travaux de M. WALTER.

M. WERNER présente les excuses de MM. BOITEUX et GALLAND.

M. WERNER, en son nom et en celui de M. FABER, présente une communication sur :

« *Les Champignons et Bryophytes libano-syriens* ».

puis transmet une communication de M. le Professeur REMY sur :

« *Les Paupropodes du Mexique Méridional* ».

M. CEZARD présente un Amélanchier fleuri venant d'une station près de Pompey.

Une intéressante conférence de M. le Professeur MEUNIER retient l'attention de l'auditoire sur un aspect moderne de l'interprétation de l'activité des eaux minérales, en exposant :

« *Les richesses en eaux minérales des Vosges et de la Lorraine. Quelques conceptions récentes de l'activité des eaux* ».



Cette Conférence qui est publiée au Bulletin, est accompagnée d'un film sur « Vichy ».

Un film « L'alerte aux Insectes » (film réalisé et communiqué par la Société Shell) termine la séance qui est levée à 19 h.

### Séance du 16 mai 1957

La séance est ouverte à 17 h. 10; sous la présidence de M. le Professeur WERNER.

Après adoption du procès-verbal de la séance du 11 avril, M. WERNER prend la parole en son nom et en celui de MM. COURBET, FABERT et PAYEN pour une communication intitulée:

« Contribution à l'étude de la flore cryptogamique des Vosges ».

M. le Docteur GIRAULT exposa ensuite dans une conférence vivement appréciée, très documentée et illustrée de projections, comment

« La recherche scientifique dans la médecine de travail »

prenait une place importante dans la marche d'une usine.

La séance est levée à 18 h. 30.

### Séance du 13 juin 1957

En ouvrant la séance à 17 h. 15, M. le Professeur WERNER adresse ses félicitations à MM. LEMASSON qui vient de recevoir la Légion d'Honneur, au Doyen URION promu dans l'ordre et au Dr. WEBER, décoré des palmes académiques.

Le Président annonce le prochain congrès de l'Association pour l'Avancement des Sciences, dont une des sections est présidée par M. ROL.

L'ordre du jour comporte deux communications:

M. J. TAVERNIER et S. BESSON:

« A propos de la répartition érythroplasmatique du cuivre ».

M. COURBET:

« Au sujet de la dissémination des spores de fougères »

note présentée par M. WERNER.

Un exposé de M. CONTAUT, sur « Le pétrole de Parentis », étude d'un gisement pétrolifère » est remis à une séance ultérieure.

M. METRO, de retour d'U.R.S.S., donne une très intéressante relation de son voyage, illustrée de nombreuses projections.

La séance est levée à 19 h. 30.