

215

non modifié

Cust 89

Mars 1954

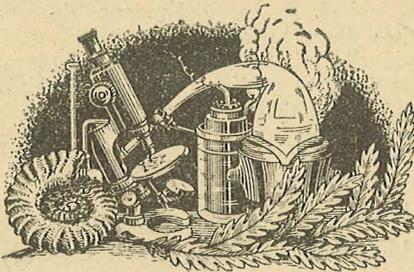
Nouvelle Série - Tome XIII

Numéro 1

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

TRIMESTRIEL

• Abonnement annuel : 500 fr.



NANCY
IMPRIMERIE GEORGES THOMAS
Angle des rues de Solognac et Henri-Lepage

1954



AVIS AUX MEMBRES

COTISATIONS. — Les cotisations (500 fr.) peuvent être réglées à M. CÉZARD, Jardin Botanique, Nancy. C.C.P. Nancy 45-24.

SÉANCES. — Les réunions ont lieu le deuxième jeudi de chaque mois, sauf vacances ou fêtes tombant ce jour, à 17 heures, à l'Institut de Zoologie, rue Sainte-Catherine, Nancy.

BIBLIOTHÈQUE. — Une très riche bibliothèque scientifique est mise à la disposition des Membres. Par suite d'un accord entre la Société et la Municipalité, les ouvrages sont en dépôt à la Bibliothèque Municipale, rue Stanislas, Nancy. Les Membres ont droit d'office au prêt des ouvrages, aussi bien ceux appartenant au fonds de la Société qu'au fonds de la Ville.

Pendant une huitaine de jours après leur arrivée, les nouvelles publications reçues par la Société sont consultables sur place, sur demande à l'entrée, sans remplir de fiche de prêt.

Sauf en périodes de vacances, la Bibliothèque est ouverte tous les jours. Se renseigner près du Conservateur de la Bibliothèque Municipale.

BULLETIN. — Afin d'assurer une parution régulière du Bulletin, les Membres ayant fait une communication sont invités à remettre leur manuscrit en fin de séance au Secrétaire du Bulletin. A défaut, ces manuscrits devront être envoyés à son adresse (1, rue du Bas-Château, Essey-les-Nancy) dans les quinze jours suivant la séance. Passé ce délai, la publication sera ajournée à une date indéterminée.

Les corrections d'auteurs sur les épreuves du Bulletin seront obligatoirement faites dans les huit jours suivant la réception des épreuves, faute de quoi ces corrections seront faites d'office par le Secrétaire, sans qu'il soit admis de réclamations. Les demandes de tirés à part non formulées en tête des manuscrits ne pourront être satisfaites ultérieurement.

Les clichés sont à la charge des auteurs.

Il n'y a pas de limitation de longueur ni du nombre des communications. Toutefois, les publications des travaux originaux restent subordonnées aux possibilités financières de la Société. En cas d'abondance de communications, le Conseil déciderait des modalités d'impression.

Il est précisé une nouvelle fois, en outre, que les observations, théories, opinions, émises par les Auteurs dans les publications de la Société des Sciences de Nancy, n'impliquent pas l'approbation de notre groupement. La responsabilité des écrits incombe à leurs Auteurs seuls.

AVIS AUX SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES

Les Sociétés et Institutions faisant avec la Société des Sciences de Nancy l'échange de leurs publications sont priées de faire connaître dès que possible, éventuellement, si elles ne reçoivent plus ses bulletins. La publication ultérieure de la liste révisée des Sociétés faisant l'échange permettra aux Membres de connaître les revues reçues à la Bibliothèque et aux Correspondants de vérifier s'ils sont bien portés sur les listes d'échanges.

L'envoi des échanges doit être fait à l'adresse : Bibliothèque de la Société des Sciences de Nancy, Bibliothèque Municipale, rue Stanislas, Nancy.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES
DE
NANCY
(Fondée en 1828)

SIÈGE SOCIAL :
Institut de Zoologie, 30, Rue Sainte-Catherine - NANCY

NOTES PHYTOPALEONTOLOGIQUES:
SUR L' « ALGACITES » MOUGEOTI FLICHE
DU TRIAS LORRAIN*

PAR
P.L. MAUBEUGE

En 1905, P. FLICHE décrivait (1) un fragment végétal provenant du « Calcaire coquiller supérieur » (« Lettenkohle ») lorrain, récolté à Ste-Anne, près Lunéville, par les anciens collectionneurs.

Il apparaissait à l'auteur que ce fragment avait une origine végétale incontestable et qu'il devait être rapporté à un genre d'Algues énigmatique. Allongé, peu épais, dépourvu de nervation, ce fossile se présente comme une lame dont on ignore l'allure de la terminaison (obtuse ou aiguë), vu son caractère fragmentaire. Le caractère le plus remarquable de ce végétal réside, comme le décrit bien FLICHE, dans la présence d'un sillon marginal « le long duquel court une surface très régulièrement ondulée » large de 5 mm, due à « une série de saillies d'un peu plus de 1 mm de largeur, séparées par des dépressions de même dimension ». A juste titre, FLICHE cherche à quoi peuvent correspondre ces gau-

* Note présentée à la séance du 10 décembre 1953.

(1) FLICHE P. — Flore fossile du Trias en Lorraine et en Franche-Comté. Bull. Séances Soc. Sc. Ncy, N° 3. S. III 1905, spécialement pp. 59-61, fig. 5, pl. IV.

frures: simple mouvement du limbe, vésicules, ou corps reproducteurs ? Il se demande en outre si cette lame, pourvue d'une seule rangée de gaufrures, est déchirée le long d'un plan sagittal ou bien, ce qu'il semble admettre, si le bord marginal est dépourvu de mamelons d'un côté, et légèrement engagé dans la roche.

La présence du sillon marginal intrigue l'auteur, et l'empêche de rattacher ce fossile à un genre d'Algues actuel.

Il convient d'ajouter qu'un autre fragment, de même origine, a été examiné par FLICHE, mais il est de mauvaise conservation et, bien que montrant un sillon marginal, il est dépourvu de gaufrures; aussi, l'auteur se demande-t-il s'il s'agit du même fossile, ou si certaines parties du thalle ne sont pas dépourvues d'organe fructificateur ou de vésicules. Et il termine en souhaitant, évidemment, la découverte de restes plus complets, pour nous renseigner exactement sur les caractères et la nature de ce singulier fossile.

Il a fallu un demi-siècle pour qu'un autre échantillon vienne répondre à ce vœu.

J'ai découvert ces temps derniers dans les « Grès à Ro-seaux » des « Marnes Irisées » du Trias supérieur lorrain, à Morhange (Moselle), [terrier de la tuilerie au N. de la station de chemin de fer, à 7 m. du sommet de l'horizon cité] une empreinte que je rapporte sans hésitation à l'espèce de FLICHE.

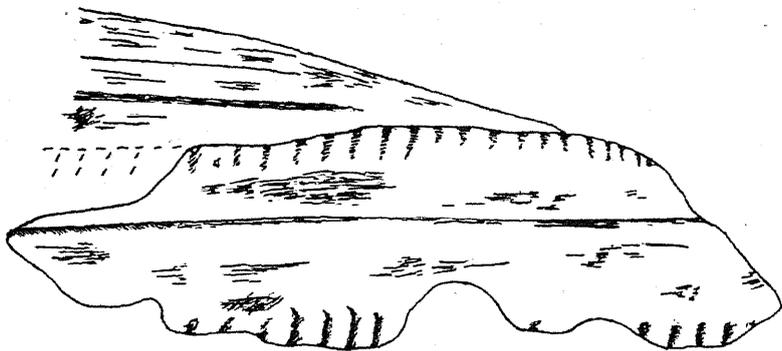
Dans un sable argileux mal consolidé, riche en débris ocreux broyés d'origine végétale, parfois légèrement charbonneux, j'ai été frappé par le fossile figuré ici. Dès sa récolte, un petit fragment s'est détaché (partie pointillée) tombant en poussière; malgré un essai de consolidation, l'empreinte tout entière risque constamment de s'effriter, et l'échantillon n'est pas assuré d'une longue conservation. Ce fossile d'allure laminaire est souligné par un dépôt charbonneux très effacé, lequel confirme incontestablement sa nature végétale et organique. L'empreinte est tellement effacée qu'une photographie est à peu près impossible pour en rendre les détails; ceci explique très probablement que le sillon marginal, si net sur l'holotype, n'est pas apparent ici; seuls les mamelons ont bien marqué leur forme, par places, sur la roche.

Une autre empreinte végétale, non charbonneuse, est apparente, s'engageant sous la lame; je ne puis la déterminer, même génériquement.

Le thalle en question est dépourvu de nervation et ne présente aucun aspect d'organisation cellulaire. A quelques détails près, sa forme générale et ses dimensions (en partant de la nervure médiane) sont celles du fossile de Lunéville.

Il apparaît bien que l'échantillon de FLICHE, contrairement à ses présomptions, est incomplet et a été déchiré le long d'une nervure sagittale.

Le fossile de Morhange est plus complet et nous apporte



Algacées Mougeoti Fliche.

Grandeur 2/3. « Grès à Roseaux » (Trias supérieur) de Morhange (Moselle).
Coll. P. L. MAUBEUGE.

ainsi d'importantes précisions morphologiques. On est toujours incertain sur le rôle véritable des gaufres; s'agit-il de traces de vésicules ou d'organes reproducteurs? On ignore également l'allure complète du thalle: est-il plus ou moins obtus? Son mode d'insertion nous est aussi inconnu, mais la nervure médiane laisse supposer l'existence d'un pédoncule. Cette nervure avait échappé à FLICHE.

La ligne marginale formant sillon plus ou moins net le long des gaufres, inconnue sur les thalles d'Algues actuelles, ne doit pas prendre une importance exagérée; vu l'état de conservation de ce genre d'empreintes, on peut se demander s'il ne s'agit pas d'un repli accentué par la fossilisation, dû au gaufrage marginal.

Le fossile de Morhange montre que le thalle a épousé les irrégularités de la roche encaissante, ce qui confère à la lame un contour un peu irrégulier par rétrécissement apparent, mis à part les déchirures.

A ma connaissance, aucune pièce identique ou voisine n'a été signalée ou décrite dans le Trias et Jurassique, mis à part l'holotype de FLICHE; l'assimilation morphologique entre les deux échantillons me paraît évidente.

Le « Grès à Roseaux », il convient de le signaler, est un épisode détritique nettement continental dans une série lagunaire; sa faune de Vertébrés est terrestre, et sa flore, connue jusqu'ici, l'est également et strictement. Si, comme le supposait FLICHE, *Algacites Mougeoti* est une Algue, il est à peu près certain qu'il doit s'agir d'une forme dulçaquicole. Ceci s'accorderait assez mal avec les conditions de sédimentation, sans que ce soit impossible. Il serait bien moins vraisemblable encore, d'imaginer des apports marins, provenant d'une étendue saumâtre pas très éloignée et interférant avec une sédimentation continentale.

Il n'est donc pas exclu que les *Algacites* soient des Thalophytes (Phéophycées par exemple), mais aucune preuve ne peut être apportée à ce sujet. D'ailleurs FLICHE a signalé l'originalité de cette forme, eu égard à ce que nous connaissons des Algues anciennes et actuelles.

D'autre part, on ne peut qu'être frappé par la forte ressemblance de ma récolte avec une pinnule de Filicinée; les gaufrures latérales évoquent une pinnule fertile. La grande taille de l'échantillon ne parle en rien contre cette origine; comme, d'autre part, nous ignorons le contour exact de la lame et qu'il est impossible de reconnaître des traces d'organisation cellulaire sur mon fossile, la question reste pendante.

Il me paraît toutefois, vu le caractère purement continental de la flore des « Grès keupériens » (= « Grès à Roseaux »), que l'*Algacites Mougeoti* FLICHE est très probablement une Filicinée. Il reste à en faire la démonstration paléontologique quand des meilleurs échantillons seront connus. Dans ce cas, la dénomination générique de FLICHE est à écarter. Comme, d'autre part, aucune forme de ce groupe,

même apparentée d'assez loin avec le fossile lorrain, n'est connue jusqu'ici dans le Trias et même le Mésozoïque, un nom de genre nouveau sera à utiliser; cela sera possible seulement quand une description plus complète pourra être formulée.

Découvert à l'extrême base des « Marnes irisées » (probablement dans le « Calcaire Coquiller supérieur » = « Lettenkohle » des anciens auteurs) puis au sommet de celles-ci « *Algacites* » *Mougeoti* FLICHE, paraît avoir une assez vaste extension verticale. Sa fragilité, alliée aux caractères lithologiques défavorables à une bonne conservation dans la série triasique lorraine paraissent expliquer sa rareté.

SUR LA PRÉSENCE DE DEUX CHAMPIGNONS RARES DANS LE VAL DE PASSEY *

par R. FRANQUET

Cette communication sans prétention a pour but de signaler aux mycologues la présence de *Boletus tridentinus* Bres. et de *Tricholoma ionides* (Fr. ex Bull.) Quélet, en automne 1953, dans un ravin du bois du Chanois, au Val de Passey, à environ sept kilomètres au sud-ouest de Toul.

De belles photographies en couleur exécutées très aimablement par mon collègue le Professeur STEIMETZ constituent des documents représentant avec fidélité et détails ces deux espèces rares.

Boletus tridentinus Bres. = *Ixocomus tridentinus* Battaille, appelé vulgairement Bolet du Tyrol, se range dans le groupe des Larigni de Singer, bolets à stipe muni d'un anneau et qui se rencontrent généralement sous le Mélèze. Ce groupe constitue lui-même l'une des trois subdivisions du sous-genre *Ixocomus* Quélet (1888) emend. Kühner (1).

* Note présentée à la séance du 10 décembre 1953.

Boletus tridentinus est une espèce rare, sauf dans les Alpes méridionales; on la rencontre parfois en troupes dans les forêts de Mélèze en montagne (Alpes, Jura) (2) (3). A notre connaissance, il n'a pas encore été signalé en Lorraine.

Ce Bolet est considéré par la plupart des mycologues comme une bonne espèce, voisine, mais bien distincte de *Boletus elegans* Fr. ex Schum. (4), dont elle se distingue par ses pores nettement plus grands, orangé-saumon ou incarnat orangé, brunissant à la fin, ses spores plus grosses, son chapeau brun mêlé d'orangé sur les bords.

Fait curieux, *Boletus tridentinus* qui est considéré généralement comme ne se rencontrant que sous le Mélèze (certaines flores utilisent cette particularité dans leurs clefs dichotomiques), formait une belle colonie sous des Epiceas, dans le Val de Passey. En vain avons-nous cherché, au voisinage, des Mélézes ou des restes de souches de cet arbre. Nous n'avons pu savoir si des Mélézes avaient précédé ces Epiceas dont la plantation ne semble pas remonter à plus de 20 ans.

S'agirait-il d'une sous-espèce ou d'une variété ? Dans l'ignorance des antécédents de ce coin de forêt et en l'absence de tout fait expérimental, il est impossible de se prononcer.

Pilat et Svrak ont bien décrit une sous-espèce de *Boletus tridentinus*, dénommée *Landkammeri*, qui avait été récoltée en Tchécoslovaquie sous *Pseudotsuga Douglasi* (3), mais cette sous-espèce présentait quelques caractères morphologiques particuliers, alors que les spécimens du Val de Passey ne s'écartaient pas des descriptions de l'espèce typique (5).

Quoiqu'il en soit, la présence en plaine de cette espèce rare, nettement montagnarde, mérite d'être retenue. Toutefois elle ne surprendra pas outre mesure les botanistes de la région qui savent que le Val de Passey abrite quelques espèces phanérogamiques montagnardes des plus rares.

Etant retournés au Val de Passey dans les derniers jours d'octobre, nous avons la chance d'y trouver un autre champignon digne aussi d'être signalé, à savoir *Tricholoma ionides* (Fr. ex Bull.) Quéél. (6) dont nous avons récolté six exemplaires, dans un rond-point de la forêt entouré de Hêtres.

Cette jolie espèce a déjà été rencontrée de temps à autre dans la région. M. STEIMETZ se souvient avoir pu la présenter quelques fois aux expositions de la Société Lorraine de Mycologie.

Tricholoma ionides appartient au sous-genre *Calocybe* de KÜHNER (1938) que cet auteur considère comme une section du genre *Lyophyllum* chez lequel les basides présentent d'innombrables granulations fortement colorées par le carmin acéto-ferrique, alors que les Tricholomes, au sens restreint actuel, ont des basides dépourvues de granulations carminophiles (1).

Lyophyllum ionides (Fr. ex Bull.) Kühn.-Romagn., comme il convient de l'appeler, est un champignon à chapeau de 3-6 cm de diamètre, bleu-violacé-lilacin, à lamelles blanches virant à la fin au jaune paille, à pied fibrilleux violet, à chair blanche, légèrement violacée, dégageant une odeur nette de farine.

Des formes à colorations délavées ou au contraire plus foncées ont été signalées; les spécimens du Val de Passey étaient franchement violettes conformément au type de l'espèce (7).

Observations et références bibliographiques.

1. KÜHNER et ROMAGNESI. — Flore analytique des Champignons supérieurs.
 2. KONRAD et MAUBLANC. — Icones selectae Fungorum, Pl. 417.
 3. KONRAD et MAUBLANC. — Les Agaricales II, p. 126.
 4. MAUBLANC. — Les Champignons de France, 3^e édition, Pl. 147.
 5. Des échantillons de notre récolte ont été envoyés au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum national d'Histoire naturelle. Ils ont été exposés au Salon du Champignon 1953.
- Nous remercions vivement Mme Le Gal qui a vérifié et confirmé nos déterminations de *Boletus tridentinus* et de *Tricholoma ionides*.
6. KONRAD et MAUBLANC. — Les Agaricales, I, p. 363.
 7. On trouvera de bonnes représentations de *Tricholoma ionides* dans:
COOKE, III, Tab. 101/95.
BOUDIER, Ic. myc., Pl. 24.
BRESADOLA, Ic. myc., Tab. 96.
LANGE, Ag. Dan, Tab. 25 D.

**LA GONIDIE MAROCAINE
DU XANTHORIA PARIETINA (L.) BELTR. (*)**

par R. G. WERNER

I. — INTRODUCTION

L'Algue isolée du Lichen *Xanthoria parietina* (L.) Beltr. commence par être connue dans ses grandes lignes. Le premier, qui l'a extraite selon des méthodes pasteuriennes inéquivoques est A. LETELLIER, élève du grand Algologue genevois CHODAT. Il l'a étudiée à partir d'un Lichen récolté en Suisse et la mentionne dans sa thèse parue en 1917 (1). Elle croît parfaitement sur milieu Detmer sucré contenant 0,1 à 1 % de Peptone et gélosé, proportionnellement à la quantité de Peptone, aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité. Elle liquéfie fortement la gélatine. Son développement est un peu moindre sur le même milieu, dans lequel la Peptone se trouve remplacée par du Chlorure d'Ammonium. La cellule, soit dans le Lichen, soit en culture pure, est sphérique, mesure en moyenne 13 microns de diamètre sur les milieux non sucrés et contient un chromatophore sphérique, massif, échancré latéralement, à surface granuleuse avec un pyrénocyste difficilement visible. Elle se multiplie par zoospores, par méga- et microspores. L'auteur, malheureusement, n'insiste pas sur la taille des colonies, leur aspect et leur couleur. D'après une photographie qu'il en donne et que nous supposons grandeur naturelle elles sont granuleuses et verruqueuses et mesureraient 9 mm. de diamètre. Il la baptise *Cystococcus Xanthoriae parietinae* Let.

WAREN, dans son travail sur les Algues lichéniques de 1918-19 (2), devient plus explicite. Il y décrit une gonidie extraite d'un *Xanthoria parietina* de Finlande. Elle forme

* Note présentée à la séance du 14 janvier 1954.

(1) A. LETELLIER: *Etude de quelques gonidies de Lichens* (Thèse Genève, 1917).

(2) H. WAREN: *Reinkulturen von Flechtengonidien* (Finsk. Vet. Soc. Förh., 1918-19, 61, A, 14).

sur le milieu de Warén avec Asparagine et gélose des colonies élevées, irrégulièrement bosselées et ridées, verruqueuses, à bosses arrondies, peu larges; la surface est finement granuleuse lui conférant un aspect sec. En bordure elle produit une marge appliquée contre le substratum qui rampe en s'amincissant avec la croissance; la marge peut être plus ou moins surplombée par la masse centrale. La couleur varie du vert foncé au vert noir. La taille atteint en 3 mois $8-10 \times 10-15$ mm. de diamètre. Sur Warén avec Alanine la coloration est vert-jaune clair, sur Leucine vert-jaune foncé. La multiplication s'opère, surtout, par autospores, mais, aussi, par zoospores. Les cellules adultes mesurent 16-22 (parfois 25) microns de diamètre. Sur Alanine elles sont vert pâle, pourvues d'un chromatophore petit, à bords entiers, et d'un contenu plasmiq ue grossièrement granuleux avec des gouttelettes d'huile. L'auteur classe cette Algue dans les *Eucystococcus* et en fait un *Cystococcus Xanthoriae* Warén. Constatant des différences entre gonidies provenant de diverses espèces de Lichens, il est amené à se demander, si tous les *Xanthoria* contiennent la même espèce de *Cystococcus*. Or, toutes les gonidies extraites de *Xanthoria* de diverses régions finlandaises s'avèrent identiques.

Par contre, WARÉN remarque, que des gonidies isolées d'un *Xanthoria parietina* hollandais se montrent différentes. Sur Warén asparaginé et gélosé les colonies restent petites, plates, lisses, vert foncé. La croissance est extrêmement lente et, en 6 mois, les colonies n'atteignent que $2-3 \times 2-2$ mm. de diamètre. Les cellules adultes mesurent 6-13 microns de diamètre, le chromatophore est entier ou à peine lobé, le pyrénôïde nettement visible. Elles se multiplient par division en tétrades ou par zoospores. Sur Alanine gélosée la croissance devient un peu meilleure, la teinte est vert clair et la taille en 5 mois de $4-7 \times 5-8$ mm. de diamètre. De vieilles colonies présentent des bourgeonnements plats, lisses et brillants, et autour d'elles apparaît une auréole hyaline. Ces caractères se maintenant constants et tranchant nettement sur les gonidies finlandaises, l'auteur en fait une espèce spéciale, *Cystococcus minimus* Warén. La dissemblance est tellement flagrante, qu'en note infrapaginale il se demande, s'il s'agit d'une go-

nidie ou d'une Algue épiphytique. A notre avis, son appartenance au Lichen ne fait pas de doute, car elle se rapproche beaucoup, comme nous allons voir, de notre gonidie marocaine.

L'Algue cultivée par nous à partir d'un *Xanthoria parietina* d'Alsace ressemble aux finlandaises et a été décrite en 1927 (1) sous le nom de *Cystococcus Xanthoriae* Warén. Les colonies s'élèvent toujours considérablement sur milieu de Warén gélosé ou sur Detmer dilué au 1/3. Elles montrent de larges bosses abaissées, irrégulières, verruqueuses et granuleuses, séparées par des sillons profonds, sans plis ni marges visibles. Souvent les bords s'aplatissent contre le substratum. La coloration varie, selon les milieux, du vert clair au vert foncé (vert clair ou vert de chrome gris foncé sur milieu de Warén, vert foncé sur Asparagine, Nitrate d'Ammonium et Peptone). En 6 mois de culture elles mesurent 20 mm. de diamètre et 3 mm. de hauteur sur milieu de Warén asparaginé. Sur les autres milieux la hauteur maxima est de 2 mm. Avec l'épuisement du substratum les cultures jaunissent ou deviennent blanches suivant la composition de l'Agar. L'étude microscopique des cellules les révèle pourvues d'un chromatophore étoilé ou échancré, parfois rond, vert-jaune ou vert foncé, avec un pyrénocèle bien distinct, le plus souvent central, un gros noyau excentrique et un protoplasme finement granuleux; entre le chromatophore et la membrane existe un espace clair. Les gonidies « *in situ* » dans le Lichen mesurent 11-15 microns; en culture pure cette mesure varie de 13-20 microns. La multiplication s'effectue soit par simple division donnant des autospores, soit par méga- ou microspores; les zoospores n'ont pas été observées.

Un examen détaillé laisse ressortir quelques différences avec les gonidies finlandaises. Elles consistent dans les bosses aplaties, les sillons profonds, l'absence de marge rampante, la teinte vert de chrome gris foncé.

Une comparaison devient plus délicate avec les cultures

(1) R. G. WERNER: *Recherches biologiques et expérimentales sur les Ascomycètes de Lichens* (Thèse, Mulhouse, 1927).

de THOMAS publiées en 1939 (1). Sans vouloir critiquer un travail de si belle envergure, on aurait, cependant, aimé avoir, comme le préconisait CHODAT (2), plus de détails, sur lesquels déjà LETELLIER n'est pas prolix; en particulier, il ne mentionne aucun examen microscopique et nous laisse ignorer la taille et la constitution des cellules. On peut l'excuser, car son objectif principal portait sur le Champignon. Son travail laisse, dans tous les cas, ressortir une certaine variabilité des *Cystococcus* extraits du *Xanthoria parietina* provenant de divers endroits de Suisse.

Son Algue n° 59 forme des colonies plates, plissées radialement sur Malt et Peptone sucrée avec marges relevées sur Agar glucosé. Elles atteignent 9-21 m. de diamètre en 4 mois sur milieux sucrés et présentent des teintes vert feuille foncé [SEGUY (3) 371], vert aucuba 35 sur Malt, vert mousse passé 276 (Malt), vert de vessie 356 (Peptone), vert foncé 386 (Agar gluc.) ou vert thuya 297. — Le n° 55 donne des amas à plis radiaires sur Malt avec des formations vermiculaires au centre sur Peptone sucrée et une marge relevée en écuelle sur Agar glucosé. Ils mesurent 11-23 m. de diamètre en 4 mois sur milieux sucrés; leur couleur varie du vert feuille foncé 371 (glucose) au vert houx 301 (Peptone) et au vert mousse passé 276 (Malt, Peptone non sucrée) avec bordure souvent plus claire. — Le n° 56 comprend des colonies rugueuses et verruqueuses à plis radiaires, crêpues au centre sur Malt et Peptone sucrée, avec des formations vermiculaires centrales sur Malt. Leur taille est de 13-20 mm. de diamètre en 4 mois sur milieux sucrés, la coloration vert mousse passé 276 (Peptone) à vert cosse de pois 277 (Malt), vert de vessie 356 (Agar gluc.). — Dans le n° 73 les amas sont légèrement plissés, rugueux et crêpus sur Malt et Peptone sucrée, avec des marges relevées sur Agar glucosé. Ils ont 13-17 mm. de diamètre en 4 mois sur milieux sucrés et se colorent en vert mousse passé 276 (Peptone), vert cosse de pois 277 (Malt), vert feuille foncé 371, vert thuya 297 (Agar gluc.). — Le *Cystococcus* n° 60 produit des colonies mas-

(1) E. A. THOMAS: *Ueber die Biologie von Flechtenbildnern* (Beitr. Krptfl. Schweiz., 1939, 9, 1).

(2) R. CHODAT: *Monographie d'Algues en culture pure* (Berne, 1913).

(3) E. SEGUY: *Code universel des couleurs* (P. Lechevalier, Paris, 1936).

sives à coupe rectangulaire, à plis radiaires sur Malt, crépues au centre sur Peptone glucosée, à marge relevée sur Agar glucosé. En 4 mois elles mesurent 10-23 mm. de diamètre sur milieux sucrés et offrent des teintes vert mousse passé 276 (Malt), vert foncé (Polytric) 386 (Agar gluc.), vert eau de Javel 283 (Peptone sucrée ou non). — Enfin, le n° 43 forme des amas hémisphériques, plats sur Malt, arrondis et mûriformes sur Peptone et Agar glucosés, avec des bourgeons sur ce dernier milieu. Leur taille en 4 mois sur milieux sucrés est de 11-15 mm. de diamètre, leur couleur vert aucuba 357 (Peptone sucrée), vert feuille foncé 371 (Agar gluc.), avec bourgeons 357, vert foncé (Polytric) 386, vert jaunâtre 291 (Malt et Peptone non sucr.).

II. — ETUDE DE L'ALGUE MAROCAINE

A. — *Origine*

En essayant de cultiver des pycnoconidies d'un *Xanthoria parietina* croissant sur les *Opuntia* à Chella près de Rabat, nous avons obtenu, en culture pure, le développement des gonidies. Après lavage et brossage des thalles, les pycnides étaient comprimées avec deux aiguilles flambées et la gouttelle exprimée de ces conceptacles transportée en cellule humide sur milieu nutritif stérile. Ce travail très délicat et minutieux entraînait, parfois, la pycnide entière et quelques gonidies y adhérant. Des repiquages de l'Algue furent effectués et la culture entreprise sur les milieux les plus divers. Les unes séjournaient au laboratoire exposé à l'Ouest et recevant le soleil de l'après-midi dans une armoire vitrée à larges baies à une température de 18-20°; d'autres furent placées au frigidaire entre + 4° et + 6°. Par la suite, après parution du Code de SÉGUY (*op. cit.*) les teintes étaient notées selon les numéros y figurant.

B. — *Cultures*

a) *Milieux sans hydrates de Carbone*

1) Le Malt non sucré donne, après 3 mois en armoire vi-

trée des amas isolés, plus ou moins confluent, finement granuleux, humides, vert franc, ayant 0,3 mm. de diamètre.

Des repiquages, placés au frigidaire durant le même temps (+ 4") forment des amas bombés, granuleux-verruqueux, très humides, vert foncé franc, mesurant 1 mm. de diamètre et 0,8 mm. de haut. Par la suite, à 7 mois et 11 mois, ces colonies restent inchangées et ne présentent pas de marge. Aucune décoloration ne se produit.

b) *Milieux avec source de Carbone*
à taux variables

2) Sur Malt à 2 % de glucose, après 3 mois à la température du laboratoire, les colonies sont bombées, finement granuleuses, humides, vert foncé franc et atteignent 1 mm. de long, 0,5 mm. de large, 0,5 mm. de haut.

Des repiquages disposés au frigidaire durant le même temps ressemblent à ceux sur Malt non glucosé en frigidaire, mais gagnent en grandeur, 2,2 mm. de long, 1 mm. de large, 0,6 mm. de haut. A 7 mois ils n'ont pas changé, sauf l'apparition d'une fine marge en bordure. A 11 mois une multiplication est constatée. Il n'y a pas de décoloration.

3) Sur Detmer normal avec 2 % de glucose, en 3 mois au laboratoire, les colonies s'élèvent et se composent de folioles ou d'écaillés épaisses agglomérées, ou forment des amas bombés, plus ou moins aréolés, granuleux, humides, vert-épinard-noirâtre, ayant 3-4 mm. de diamètre. Aucune zoospore n'est observée.

4) Le Knop normal à 2 % de glucose fournit, en 3 mois au laboratoire et au frigidaire, des amas bien développés, mûriformes, granuleux-verruqueux, humides, vert if (306), qui mesurent 2-4 mm. de diamètre. A 4 mois 1/2 ces amas bombés se crevassent plus ou moins, deviennent vert-épinard noir (401) et conservent leur grandeur (2-5 mm. de diamètre, 2 mm. de haut). La multiplication est peu intense. Dès lors, ils ne changent plus et conservent leur teinte.

5) Sur Knop normal à 1 % de glucose durant 4 mois 1/2 au frigidaire, les colonies sont bombées, squameuses, verruqueuses, crevassées et finement granuleuses, humides; leur

teinte est vert-épinard noir (401), leur taille de 4 mm. de diamètre sur 2 mm. de haut. On observe une multiplication intense. A 10 mois elles produisent des bourgeons vert-épinard clair (376) et mesurent 6 mm. de diamètre avec la hauteur précédente. Aucune décoloration n'est constatée.

6) Sur Knop normal à 0,5 % de glucose, en 3 mois de culture au frigidaire, apparaissent des amas bombés, contournés en spirale, très granuleux, verruqueux avec marge aplatie et bords lobés, incisés, de couleur ver-épinard noir (402); ils produisent des petits bourgeons plus pâles et atteignent 4-5 mm. de long, 2-3 mm. de large, 2 mm. de haut. En 4 mois 1/2 de frigidaire d'autres colonies sont plus plates et moins développées, ayant 2 mm. de diamètre, 1 mm. de haut. Par la suite aucun changement ni aucune décoloration n'a lieu. A 10 mois on observe une légère multiplication.

7) Le Knop normal à 5 % de glucose au frigidaire donne en 4 mois des petits amas humides, granuleux, verruqueux, sans marge, vert foncé noirâtre, de 1 mm. de diamètre et 0,5 m. de haut. Il se multiplie assez intensément et ne manifestent aucune tendance à se décolorer.

8) Sur Knop normal à 10 % de glucose au frigidaire les cultures ressemblent aux précédentes, mais se multiplient peu.

c) Réduction de salinité et de sucre

9) Le Detmer avec 2 % de glucose, dilué au 1/3, provoque des résultats analogues à ceux du Detmer à concentration normale.

10) Sur Knop avec 2 % de glucose, dilué au 1/3, à la température du laboratoire, les amas de 3 mois sont bombés, boursoufflés, humides, granuleux, sans marge et présentent l'aspect d'une feuille froissée; ils sont vert if (306) et mesurent 2-2,5 mm. de diamètre. A 4 mois ils se bombent beaucoup et atteignent 3 mm. de diamètre et 2 mm. de haut.

Un repiquage, placé au frigidaire durant 4 mois 1/2, donne des amas irrégulièrement bombés, granuleux, verruqueux, plus ou moins crevassés, humides, vert-épinard noir (401), de 2-3 mm. de diamètre et 1-2 mm. de haut, doués

d'une multiplication intense, sans décoloration. Un autre repiquage produit en 10 mois une colonie d'aspect tabulaire de 4 mm. de long, 3 mm. de large, 3 mm. de haut.

11) Le Knop avec 1 % de glucose, dilué au 1/3, en 4 mois 1/2 de frigidaire, produit des colonies bombées, crevasées, squameuses, finement granuleuses et verruqueuses, humides, vert-épinard noir (401), de 4-5 mm. de long, 3-4 mm. de large, 2 mm. de hauteur, se multipliant peu. A 10 mois elles s'élèvent à 4 mm. de haut sans se décolorer.

12) Le Knop avec 0,5 % de glucose, dilué au 1/3, forme, en 4 mois 1/2 de frigidaire, des petits amas plus ou moins craquelés, squamuleux, granuleux et finement verruqueux, humides, vert-épinard noir (401), de 2-3 mm. de diamètre et 2 mm. de haut. Aucune modification ni décoloration n'apparaît après 10 mois, sinon une multiplication.

Un repiquage fournit en 3 mois des colonies contournées en spirale, affaissées, fortiment granuleuses et verruqueuses, avec marge aplatie et bords découpés, vert-épinard noir (401), de 5 m. de long, 4 mm. de large et 2 mm. de haut.

13) Sur Knop avec 2 % de glucose, dilué au 1/10, il y a apparition, en 3 mois à la température normale, d'amas bombés, mûriformes, granuleux, humides, sans marge, vert if (306), ayant 3-4 mm. de diamètre. A 4 mois ils se sont agrandis à 5 mm. de diamètre sur 3 mm. de haut.

14) Sur Knop avec 2 % de glucose, dilué au 1/50, à la température du laboratoire, le développement en 3 mois est médiocre et se réduit à l'état d'un petit point qui atteint, en 4 mois, 1 mm. de diamètre.

15) Le Knop avec 2 % de glucose, dilué au 1/100, donne, en 3 mois de culture à la température du laboratoire, des petits amas médiocres, bombés, légèrement mûriformes, granuleux, humides, sans marge, vert if (306), mesurant 0,5-2 mm. de diamètre.

d) *Milieux sans source d'Azote*

16) Sur Warén sans Azote et à 2 % de glucose on obtient en 7 mois de culture au frigidaire, de belles colonies non mamelonnées, granuleuses, humides, vert foncé noirâtre, ayant 5 mm. de diamètre. Elles ne se décolorent pas.

e) *Milieux sucrés avec source d'Azote*

17) Les cultures sur Warén à 2 % de glucose et 0,5 % d'Asparagine, à 3 mois et au frigidaire, forment des amas fortement bombés, granuleux, finement squameux, humides, sans marge ou avec marge aplatie, vert-épinard-noir, mesurant 3 mm. de diamètre et 2,5 mm. de haut.

Dans des repiquages séjournant 7 mois au frigidaire les amas s'élèvent à partir de la bordure, se mamelonnent sans présenter de granulations et ont une teinte vert clair; leur taille est de 5 mm. de diamètre sur 4 mm. de haut. Il n'y a pas de décoloration.

18) Sur Warén glucosé à 0,5 % de Nitrate d'Ammonium on observe, après 3 mois de culture au frigidaire, des amas bombés, mamelonnés, verruqueux, humides, pâteux, dépourvus de marge, vert-épinard-noir (401), ayant 4-7 mm. de long, 2-4 mm. de large et 1,5-3 mm. de haut; ils tendent à brunir et à se décolorer.

19) Le Warén glucosé (2 %) et peptoné (0,5 %) produit, en 3 mois de culture au frigidaire, des colonies bombées, squameuses, granuleuses et verruqueuses, peu humides et légèrement luisantes, très confluentes, à marges aplaties, vert-pois feuillage (416); elles ont 4-5 mm. de long, 2-3 mm. de large, 1,5-2 mm. de haut.

Dans des repiquages maintenus durant 7 mois au frigidaire, les amas, au contraire, s'élèvent à partir des bords sans présenter de mamelons; ils sont granuleux, humides, vert-noirâtre et mesurent 3 mm. de diamètre et 3 mm. de haut. Il n'y a pas de décoloration.

f) *Milieux sucrés et azotés à salinité réduite*

20) Sur Knop avec 2 % de glucose et 0,5 % d'Asparagine dilué au 1/3, en 3 mois de culture au laboratoire, les amas sont petits, bombés, granuleux, pâteux, vert-jaune-brunâtre et ont 0,6 mm. de diamètre, 0,5 mm. de haut.

3 mois au frigidaire donnent des colonies analogues, vert-olive, de 2 mm. de long, 0,8 mm. de large, 0,5 mm. de haut. Par la suite ils ne changent plus ni ne se décolorent.

21) Sur Knop avec 2 % de glucose et 0,5 de Nitrate d'Ammonium dilué au 1/3, en 3 mois à la température ambiante, il y a formation d'amas plus ou moins bombés, granuleux, humides, pâteux, vert-jaune-brunâtre, de 0,6-1 mm. de diamètre et 0,5 mm. de haut.

Le résultat est presque identique au frigidaire dans le même temps. Aucun changement ne s'opère par la suite, ni aucune décoloration.

22) Le Knop glucosé (2 %) et peptoné (0,5 %) dilué au 1/3 fournit, en 3 mois de culture à la température du laboratoire, des colonies semblables à celles sur Asparagine.

Durant 3 mois au frigidaire il en est de même avec une taille de 1,9 mm. de long, 4 mm. de large, 0,6 mm. de haut. Aucun changement n'est observé plus tard.

g) *Milieux azotés sans sucre et à salinité réduite*

23) Sur Knop à 0,5 % d'Asparagine dilué au 1/3 l'Algue forme en 3 mois de culture à la température du laboratoire des amas bombés, finement granuleux, légèrement humides, vert foncé, de 1 mm. de diamètre sur 0,5 mm. de haut.

Placée au frigidaire durant 3 mois elle a l'aspect d'amas en falaise de 1,5 mm. de diamètre sur 1 mm. de haut. Aucune décoloration n'est visible.

Par la suite il n'y a plus de changement dans la croissance (7 et 11 mois).

24) Le Knop à 0,5 % de Nitrate d'Ammonium dilué au 1/3 fournit, en 3 mois au laboratoire, des amas finement granuleux, légèrement humides, vert foncé, de 1 mm. de diamètre sur 0,6 mm. de haut, qui ne changent plus.

Il en est de même au frigidaire sans aucune décoloration.

25) Sur Knop à 0,5 % de Peptone dilué au 1/3 les amas de 3 mois à la température ambiante sont petits, finement granuleux et légèrement humides, vert franc; ils confluent plus ou moins et mesurent 0,3-0,5 mm. de diamètre.

En 3 mois au frigidaire la croissance est meilleure et donne des colonies irrégulières, plus ou moins cérébriformes, ayant l'aspect d'une feuille tourmentée, granuleuse, verruqueuse, pâteuse, de 1,5 mm. de long, 0,6 mm. de large, 0,7 mm. de

haut. Elles ne se modifient plus à 7 et 11 mois. Aucune décoloration n'a lieu.

h) Milieu gélatiné

26) Sur Knop gélatiné à 2 % de glucose dilué au 1/3, durant 3 mois à la température du laboratoire, la croissance reste médiocre et la taille n'atteint que 0,5 mm. de diamètre.

Durant le même temps au frigidaire, par contre, l'aspect et la taille sont identiques à ceux sur Peptone au frigidaire. Aucune liquéfaction n'est, encore, observée, et les Algues se multiplient. A 7 mois les amas s'enfoncent dans le milieu et sont, plus ou moins recouverts par lui, indication d'une liquéfaction.

C. — Comparaisons

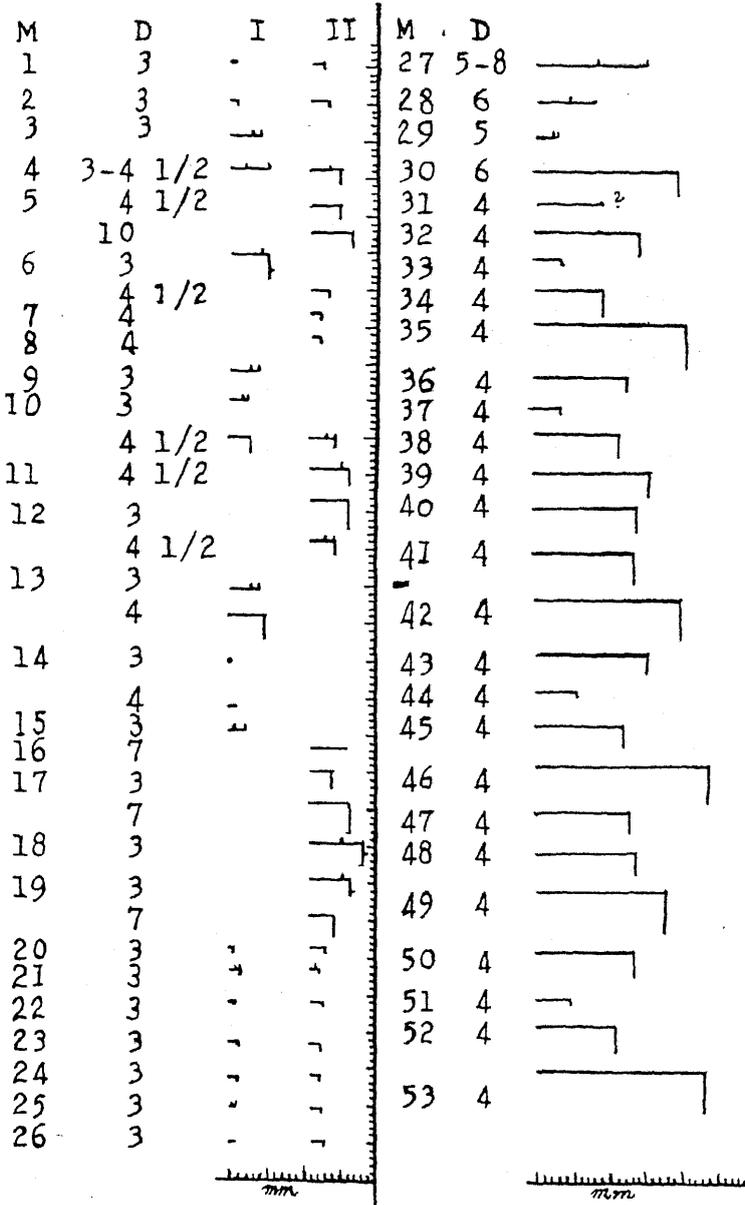
Le tableau ci-joint résume la dimension des colonies étudiées sur les différents milieux et les met en comparaison avec nos connaissances actuelles sur les gonidies d'Europe.

LÉGENDE DU TABLEAU

M = milieu de culture. — D = durée de la culture en mois. — Croissance en mm. sous I = laboratoire et II = frigidaire.

1-26 Algue marocaine. — 27 Algue finlandaise. — 28, 29 Algue hollandaise. — 30 Algue alsacienne. — 31 Algue suisse (Letellier). — 32-35 Algue suisse (Thomas n° 59). — 36-39 Algue suisse (Thomas n° 43). — 40-42 Algue suisse (Thomas n° 56). — 43-46 Algue suisse (Thomas n° 55). — 47-49 Algue, suisse (Thomas n° 73). — 50-53 Algue suisse (Thomas n° 60).

Milieux: 1 Malt non sucré. — 2 Malt 2 % glucose. — 3 Detmer 1/1 2 % glucose. — 4 Knop 1/1 2 % glucose. — 5 Knop 1/1 1 % glucose. — 6 Knop 1/1 0,5 % glucose. — 7 Knop 1/1 5 % glucose. — 8 Knop 1/1 10 % glucose. — 9 Detmer 1/3 2 % glucose. — 10 Knop 1/3 2 % glucose. — 11 Knop 1/3 1 % glucose. — 12 Knop 1/3 0,5 % glucose. — 13 Knop 1/10 2 % glucose. — 14 Knop 1/50 2 % glucose. — 15 Knop 1/100 2 % glucose. — 16 Warén 2 % glucose sans Azote. — 17. Warén 2 % glucose, 0,5 % Asparagine. — 18. Warén 2 % glucose, 0,5 % Nitrate d'Ammonium. — 19 Warén 2 % glucose, 0,5 % Peptone. — 20 Knop 1/3 2 % glucose, 0,5 % d'Asparagine. — 21 Knop 1/3 2 % glucose, 0,5 % Nitrate d'Ammonium. — 22 Knop 1/3 2 % glucose, 0,5 % Peptone. — 23 Knop 1/3 0,5 % Asparagine. — 24 Knop 1/3 0,5 % Nitrate d'Ammonium. — 25 Knop 1/3 0,5 % Peptone. — 26 Gélatine 2 % glucose. — 27 Warén 1 % glucose, 0,5 Asparagine. — 28 Warén 1 % glucose, 0,5 Asparagine. — 29 Warén 1 % glucose, 0,5 Alanine. — 30 Warén 1 % glucose, 0,5 % Asparagine. — 31 Detmer 1/3 glucosé, 0,1 - 1 % Peptone. — 32 Malt non sucré. — 33. Peptone non sucrée. — 34 Knop non sucré. — 35 Knop 2 % glucose. — 36 Malt non sucré. — 37 Peptone non sucrée. — 38 Knop non sucré. — 39 Knop 2 % glucose. — 40 Malt non sucré. — 41 Knop non sucré. — 42 Knop 2 % glucose. — 43 Malt



non sucré. — 44 Peptone non sucrée. — 45 Knop non sucré. — 46 Knop 2 % glucose. — 47 Malt non sucré. — 48 Knop non sucré. — 49 Knop 2 % glucose. — 50 Malt non sucré. — 51 Peptone non sucrée. — 52 Knop non sucré. — 43 Knop 2 % glucose.

Si nous y ajoutons quelques observations plus générales, nous pouvons, alors, faire les constatations suivantes :

a) L'Algue marocaine, cultivée au frigidaire obscur, conserve, toujours, sa teinte verte, autrement dit sa chlorophylle, indication de la perte du pouvoir de photosynthèse ou, au moins, d'une dégradation de ce pouvoir et d'un saprophytisme prononcé aux dépens des corps du milieu. Ce saprophytisme apparaît, d'ailleurs aussi, par la liquéfaction de la gélatine.

b) Le développement au frigidaire entre $+4^{\circ}$ et $+6^{\circ}$ est équivalent, sinon supérieur à celui s'effectuant en température ambiante ($19-20^{\circ}$) du laboratoire. C'est dire que l'Algue croît, de préférence, à des températures basses, en hiver et au printemps au Maroc, mais que des températures jusqu'à 20° lui conviennent encore. En été et en automne, avec des températures au-dessus de 20° , elle passe dans les régions sèches, conjointement avec le Champignon, à l'état de vie latente; à la côte humide et dans les zones de brouillards sa croissance reste possible, cependant à un degré moindre. A ce sujet THOMAS (*op. cit.*) s'est astreint à des expériences plus suggestives. Il a exposé pendant 90 jours des cultures aussi bien du Champignon que de l'Algue, isolés de *Xanthoria parietina* suisses, à des températures variant de 0 à 30° . L'optimum de croissance se situe pour les gonidies entre 12 et 15, éventuellement 21° , pour le Champignon à 21° . Les premières meurent à 24° , le second à 27° . Ces observations sont valables pour des cultures croissant sur gélose humide. Des Algues et des Champignons séparés de l'Agar et placés à sec dans des tubes à essai supportent une dessiccation durant 60 heures à 45° et revivent, ensuite, sur un milieu humide convenable. Ainsi s'explique, d'une part, la croissance de l'Algue en pays à climat tempéré au printemps et au début de l'été. D'autre part, les deux symbiotes étant insensibles à la dessiccation et, de ce fait, à de hautes températures, le Lichen arrive à survivre, même dans des conditions de milieu ou de climats extrêmes. Il revit et se développe à l'humidité qui lui apporte, en outre, la fraîcheur nécessaire, pourvu que cette humidité ne s'éternise pas; dans ce dernier cas l'équilibre physiologique entre les deux Végétaux, permettant le maintien de la symbiose, serait vite rompu.

c) Sur des milieux non sucrés, malgré la présence de sources d'Azote, la croissance de l'Algue marocaine est médiocre (voir tableau n° 1, 23, 24, 25). Son pouvoir de photosynthèse tendant, comme nous l'avons vu plus haut, à se dégrader, bien que les cultures aient été placées en armoire vitrée à la lumière naturelle du laboratoire, il lui faut une source de Carbone. Cependant, on ignore, d'où et comment elle se procure ce Carbone dans la Nature. Les Algues suisses de THOMAS montrent un comportement identique à la marocaine vis-à-vis de l'absence de sucre (tableau n° 33, 34, 37, 38, 41, 44, 45, 48, 51, 52).

d) Le milieu maltosé, sucré ou non, ne convient pas à la gonidie du Maroc, et sa croissance reste mauvaise (tableau n° 1, 2). De ce fait elle diffère nettement sur les Algues de THOMAS, qui, malgré l'absence de sucre, forment des colonies dépassant 12 mm. (tableau n° 32, 36, 40, 43, 47, 50).

e) Les milieux complets en sels minéraux avec 2 % de glucose donnent une croissance presque moyenne (tableau n° 3, 4, 16) ; des concentrations de sucre plus fortes deviennent inhibantes (tableau n° 7, 8). L'optimum se trouve réalisé avec des concentrations de 0,5 à 1 % de sucre (tableau n° 5, 6, 11, 12). Au contraire, deuxième différence, les gonidies de THOMAS atteignent de 15-23 mm. sur Knop sucré à 2 % (tableau n° 35, 39, 42, 46, 49, 53).

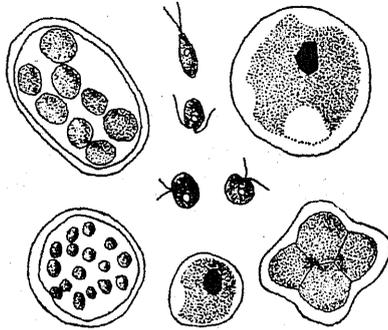
f) La croissance de la gonidie marocaine diminue avec une réduction de la salinité (n° 9, 10, 14, 45). Une dilution au 1/10 convient, encore, car elle est compensée par le sucre (n° 13).

g) Parmi les sources d'Azote une croissance maxima se produit avec le Nitrate d'Ammonium en présence de sucre (n° 18) ; ce fait semble correspondre à la vie dans la Nature, *Xanthoria parietina* étant un Lichen nitrophile. En second lieu est acceptée la Peptone (n° 19), en troisième seulement l'Asparagine (n° 17), sur laquelle la croissance est à peine moyenne. L'Algue marocaine montre, ainsi, une troisième différence sur celles d'Europe. La finlandaise (n° 27), la hollandaise (n° 28), l'alsacienne (n° 30) se développent mieux sur Asparagine, cette dernière également sur Peptone et Nitrate d'Ammonium, la gonidie de LETELLIER (n° 31)

sur Peptone. On ne sait rien des Algues de THOMAS sur milieux azotés sucrés.

D. — *Examen microscopique*

L'examen microscopique révèle des cellules subsphériques renfermant un chromatophore irrégulièrement échancré ou arrondi, vert-jaune, vert franc ou vert-épinard, souvent bordé et séparé de la membrane cellulaire par une plage cytoplasmique hyaline; en son centre se laisse apercevoir un pyrénnoïde rond ou anguleux. La taille des cellules varie légèrement selon les milieux de culture; elle oscille entre



Cystococcus Xanthorhiae parietinae.
A droite: Algues adultes et en division.
A gauche: sporanges.
Au milieu: zoospores.

0,00363 et 0,01818 mm. Sur Asparagine ayant séjourné au frigidaire, plus rarement sur Peptone, il y a formation de zoospores dans la préparation placée d'abord sur une plaque froide, puis sur la platine du microscope en lumière électrique. Ces zoospores sont ovoïdes ou plus ou moins allongées, possèdent deux flagelles égaux au pôle le plus effilé ou légèrement sur l'un des côtés; on y remarque un stigma nettement visible à la base des flagelles et, dans le voisinage, une petite vacuole, à l'arrière un chromatophore. Elles mesurent 0,00454-0,00545 mm. de long sur 0,00272-0,00454 mm. de large. Sur Knop à 0,5 % de glucose dilué au 1/3 les cellules se divisent intensément en tétrades fournissant

des autospores. Sur ce même milieu, ainsi que sur Malt, Nitrate d'Ammonium ou Warén sans Azote apparaissent des sporanges à grosses spores, sur les trois derniers, plus rarement sur Malt, des sporanges à spores plus petites, plus nombreuses; jamais le nombre 16 n'est dépassé. La taille de ces sporanges varie de 0,01258-0,02873 mm. de diamètre.

Tous ces caractères correspondent à la famille des Chlorococcacées et au genre *Cystococcus*, sous-genre *Eucystococcus* Warén. Notre Algue peut être considérée comme une espèce nouvelle, *Cystococcus squamosus* R.G. Werner ou, ainsi que nous le proposons plus loin, comme une sous-espèce du *C. Xanthoriae parietinae* Let. 1917 (= *C. Xanthoriae* Warén 1918-19 *nom. nud.*). En voici sa diagnose:

Habitat in thallo Xanthoriae parietinae sub Opuntii crescens loco Imperii Maroccani Chella dicto prope Rabat.

Cellulae subsphaericae chromatophorum seu laciniatum seu rotundatum, viridem, viridi-flavum vel crassius virentem a membrana area plasmatica hyalina separatam pyrenoïde distincto, subrotundato aut anguloso continentes, 0,00363-0,018 mm. in diametro metientes.

Formantes in solis artificialibus diversis acervos convexos, granulatos, saepius squamulosos, etiam papilloso-gibbos seu tumidos seu muriformes seu lobulos muricatim intortos, plus minus laciniatos marginibus deficientibus aut interdum complanatis, 0,8-7 mm. in diametro, colorem viridem varium ducentes atque gelatinam liquefacientes.

Proximae Cystococco minimo Warén habitu acervulorum, sed recedunt adspectu cellulisque maioribus.

III. — CONCLUSIONS

CHODAT (*op. cit.*), puis LETELLIER (*op. cit.*) avaient soupçonné, que chaque espèce de Lichen pouvait contenir des espèces différentes de *Cystococcus* selon l'endroit de la récolte. WARÉN (*op. cit.*) l'établit définitivement pour les *Xanthoria* de Finlande et de Hollande. JAAG (1), élève de CHODAT, progresse encore et démontre pour les *Cystococcus* des *Parmelia*

(1) O. JAAG: *Recherches expérimentales sur les gonidies des Lichens appartenant aux genres Parmelia et Cladonia*. Thèse Genève, 1929.

et des *Cladonia* une spécificité. Il prouve par la culture pure, que, si dans chaque individu les gonidies sont identiques, elles diffèrent, par contre, non seulement pour chaque espèce de Lichen, mais, aussi, pour chaque individu d'une même espèce provenant de régions différentes. Cependant, la spécificité ne doit pas être généralisée et appliquée à toutes les familles de Lichens, car H. RATHS (1) observe dans la famille des Caliciacées tantôt des *Stichococcus*, tantôt des *Chlorella*, tantôt encore des *Cystococcus*, parfois même identiques pour deux espèces de Lichens. En outre, parmi les *Cystococcus* certains sont les gonidies décrites par CHODAT pour les *Cladonia*. Diverses de ces Algues se rencontrent, en surplus, à l'état libre, voire épiphytique, ce qui n'a rien de surprenant, car il peut s'agir de gonidies échappées d'un thalle et aptes à contracter une nouvelle symbiose. Il apparaît, donc, que tous les Champignons lichéniques ne se comportent pas d'une façon analogue. Il y en a, appartenant à une ou plusieurs espèces, qui se lient non seulement avec des espèces différentes d'Algues, mais, même, avec des genres distincts pour, néanmoins, constituer un Lichen identique, preuve évidente, que le Champignon est déterminant dans la forme du Lichen; les cultures pures nous l'ont, d'ailleurs, également démontré (R.G. WERNER, 1927, *op. cit.*). Expliquer ces phénomènes, dont les raisons et le mécanisme, en l'absence d'une expérimentation soignée, nous échappent totalement, paraît actuellement hypothétique. Toutefois, les Caliciacées sont connues pour être des Lichens peu évolués, parmi lesquels on rencontre, encore, des stades fongiques non lichénisés. Le choix d'une Algue déterminée, en vue de la constitution d'un être double, importe, alors, semble-t-il, moins. Chez les Lichens plus évolués comme les Parmeliacées et autres la spécificité de l'Algue, si subtile soit-elle parfois, n'est, en principe, pas à nier, bien que nous y trouvions des cas de parasymbiose, qui dénotent du retour à un état primitif. La spécificité, en ce qui concerne le *Xanthoria parietina*, est nette entre gonidies finlandaise et hollandaise, moins prononcée entre les finlandaise et alsacienne. Les gonidies suisses forment un groupe avec des va-

(1) H. RATHS: *Experimentelle Untersuchungen mit Flechtengonidien aus der Familie der Caliciaceen*. Ber. Schweiz. bot. Ges., 1938, 48 (330-416).

riantes, la marocaine se place à part et forme l'intermédiaire entre l'Algue hollandaise et les autres quant à la taille des colonies et des cellules. Toutes ces Algues présentent un aspect de parenté indéniable dans la granulation et le mamelonnement des colonies, sauf la hollandaise, qui reste lisse, mais acquiert, cependant, avec l'âge des mamelons. Des différences existent, certainement aussi, dans la couleur, dont il est difficile de juger sans comparaison de toutes les cultures; d'autre part, WAREN, tout en indiquant des couleurs, se base sur le « *Code des Couleurs* » de KLINCKSIECK et VALETTE, ouvrage maintenant épuisé et introuvable, alors que THOMAS et nous employons SEGUY (*op. cit.*). Dans tous les cas la teinte des Algues suisses est nettement plus claire que celle de la gonidie marocaine. Quant au caractère mûriforme, qui se rencontre dans l'une ou l'autre Algue suisse (n° 43 de THOMAS) et dans la gonidie marocaine, il ne peut être considéré; nous le connaissons, aussi, pour d'autres *Cystococcus*. THOMAS l'attribue à l'action du sucre; il est, peut-être, également dû à la diminution de la salinité (gonidie du Maroc sur Knop 1/10 et 1/100).

Le nombre des cultures faites sur la gonidie du *Xanthoria parietina* de régions diverses étant, maintenant, assez élevé, nous pouvons, donc, essayer de distinguer, d'ailleurs sans aucune prétention de définitif en matière si délicate que celle des organismes unicellulaires, les races ou sous-espèces; nous y ajoutons la diagnose valable selon les règles internationales, nos prédécesseurs ne l'ayant pas donnée:

Cystococcus (Eucystococcus) Xanthoriae parietinae Let. em.

R.G. Werner. *Cellulae subsphaericae chromatophoro plus minus laciniato pyrenoideque distincto praeditae et usque 0,022, rarius usque 0,025 mm. in diametro. Acervi arca hyalina distincta non circumdati, ex substrato plus minus extantes, plani seu convexi seu squamosi, tenuiter granuloso-verrucosi, rarius laeves, plus minusve rugosi et tubercibus inaequalibus ornati.*

ssp. rugosus R.G. Werner: *acervuli rugosi.*

var. humilis R.G. Werner: *acervuli complanati (Helvetia LETELLIER et THOMAS n° 43, 59).*

- var. vermiculatus* R.G. Werner: *acervuli plus minus vermiculati* (Helvetia THOMAS n° 55).
- var. crispus* R.G. Werner: *acervuli passim crispi* (Helvetia THOMAS n° 56, 60, 73).
- ssp. elevatus* R.G. Werner: *acervuli elevati*.
- var. emarginatus* R.G. Werner: *acervuli marginati* (Finnia).
- var. emarginatus* R.G. Werner: *acervuli marginibus deficientibus* (Alisacia).
- ssp. squamosus* R.G. Werner: *acervuli saepius squamosi* (Mauritania tingitana).
- ssp. minimus* (Warén) R.G. Werner, *nov. comb.*: *acervuli minutissimi, plani laevesque, sed in aetate tuberosi* (Battaria).

Les résultats acquis dans ce travail par un grand nombre de cultures doivent mettre en garde de se prononcer sur un microorganisme unicellulaire en l'absence de cultures pures ou sur la base de cultures faites sur quelques milieux seulement, voire sur un milieu standard. Ce dernier est utile pour une comparaison, mais ne réalise par nécessairement l'optimum de croissance pour l'espèce étudiée. D'autre part, il n'est pas exclu que le *Cystococcus Xanthoriae parietinae* puisse se rencontrer sous une de ses races dans d'autres Lichens.

Enfin, une considération biologique et phytogéographique semble se dégager de la comparaison entre les races sus-indiquées. Les *Cystococcus* de Hollande et du Maroc, très voisins l'un de l'autre, sont des Algues de climats maritimes, plus doux; les Algues suisses, alsacienne et finlandaises vivent, par contre, dans des climats subcontinentaux ou continentaux. De ce fait s'expliquerait leur aspect différent en culture. Le Champignon, relativement peu variable, se contente, dès lors, de ce qu'il trouve et s'y adapte; il est capable de contracter symbiose avec des races algales différentes, tout en conservant la forme du Lichen qu'il détermine, comme dit plus haut. L'Algue étant un accessoire indispensable pour le fonctionnement physiologique du complexe lichénique, peu importe la race ou, même, l'espèce, dont elle est issue, pourvu qu'elle remplisse les conditions, sur lesquelles plane le mystère le plus absolu.

**A PROPOS DU JURASSIQUE MOYEN LORRAIN:
UNE DÉFENSE DE LA PALÉONTOLOGIE
STRATIGRAPHIQUE***

PAR

Pierre L. MAUBEUGE

Alcide d'ORBIGNY, le premier, a cherché à codifier la Stratigraphie pour mettre fin à une nomenclature chaotique, basée sur la lithologie locale et des associations de fossiles dépourvus de valeur chronologique; il a créé ainsi une série d'étages. En quinze années de travaux il a pu arriver à établir l'existence de 10 étages pour le Jurassique, avec des conclusions quelque peu enthousiastes et prématurées quant à la rigidité et l'universalité de ses coupures. Ce faisant, il établit clairement la notion de fossiles indices et de fossiles de faciès, ou d'extension verticale trop grande pour être utilisés en paléontologie stratigraphique.

Une dizaine d'années après, QUENSTEDT critique la méthode de d'ORBIGNY et indique la voie où la Stratigraphie pourra trouver le moyen de s'épanouir et s'affirmer en tant que discipline autonome de la Géologie. L'établissement et la comparaison de séries régionales avec faunes détaillées permettra seule d'arriver à l'élaboration d'une séquence stratigraphique de valeur mondiale. Un élève de QUENSTEDT, OPPEL, acquiert une célébrité mondiale à l'âge de 25 ans en établissant clairement, pour la première fois, la notion de zone paléontologique et posant l'idée d'une échelle chronologique indépendante des notions locales, lithologiques ou paléobiologiques. A vrai dire ces notions se trouvaient plus ou moins implicitement dans les travaux de ses devanciers, illustres ou non; mais c'est bien à lui que revient la gloire d'avoir précisé et perfectionné l'usage des zones paléontologiques en stratigraphie. Et pour ses 33 zones paléontologi-

* Note présentée à la séance du 14 janvier 1954.

ques du Jurassique, déclarées de valeur mondiale, il utilise 22 divisions consacrées par des Ammonites (justifiant ainsi l'importance que l'on a donnée depuis à l'étude des Ammonites dans la Géologie).

Ce n'est d'ailleurs qu'en 1883 que l'on verra pour la première fois une définition nette et définitive de la zone, précisée par un Congrès Géologique International: « c'est un groupe de couches caractérisées par un ou plusieurs fossiles particuliers qui servent d'indice » (12).

Maintenant, même là où OPPEL n'avait pu baptiser ses zones par un nom d'Ammonite, toutes les divisions du Jurassique sont caractérisées par une Ammonite indice.

Pour beaucoup de gens, la valeur des Ammonites en tant qu'indicateurs chronologiques apparaît comme mystérieuse. L'explication de cette vertu est toute simple. Les séries déposées ne correspondent qu'à une infime partie de l'épaisseur des sédiments qui aurait pu, et qui a pu à un certain moment, se constituer dans les mers épicontinentales que furent les grands bassins sédimentaires où la Stratigraphie a vu le jour. L'épirogénie sans cesse en activité, liée à une sédimentation cyclique sont les responsables du caractère saccadé de la sédimentation, laquelle nous apparaît à première vue comme un film continu.

Les Ammonites poursuivant la majeure partie de leur vie et évolution hors des zones où nous les trouvons, il est, de plus, très clair que leur série évolutive nous apparaît comme saccadée elle aussi; on conçoit dès lors que des Ammonites conservées dans une série, et ne représentant qu'une faune momentanée dans un écoulement en réalité ininterrompu pour le phénomène évolutif, prennent une merveilleuse valeur d'indicateurs chronologiques; ceci est encore plus accusé quand par suite de l'épirogénie, qui n'a jamais été inactive pendant l'histoire du Jurassique, des interruptions, régressions, transgressions, sont venues interférer avec ces conditions paléobiologiques particulières. Mortes ou vivantes encore, mais ne poursuivant pas là où on les trouve l'histoire de leur espèce ou de leur genre, les Ammonites se prêtaient magnifiquement par leur conformation à une répartition mondiale; celle-ci, avec le caractère saccadé de la sédimentation confère à cette

extension un caractère d'instantanéité qui n'est que relative si on prend une fraction de la durée d'un étage.

Dès le début, les géologues virent donc la possibilité de placer un certain nombre de zones paléontologiques dans chaque étage, arbitrairement choisi dans une localité où une exposition temporaire de couches semblait caractéristique au créateur de l'étage.

Dès cette époque, les stratigraphes ont senti, attaché à leurs pas, un double boulet de forçat dont ils ne sont pas encore affranchis. Le choix arbitraire d'un étage (dont les limites sont souvent marquées en plus par un mouvement épirogénique soulignant un changement de faune caractéristique, — mouvement certainement non instantané à l'échelle humaine, ce qui montre la relativité chronologique de la coupure sur la base épirogénique et paléontologique) a un gros inconvénient. Rien ne prouve que là où il a été choisi, l'étage soit complet paléontologiquement. On y fera bien entrer un certain nombre de zones; mais si on le rapproche de l'étage contigu, on peut très bien trouver des zones paléontologiques inconnues dans les deux régions où les étages ont été choisis, et pourtant représentées en bien des autres points éloignés du Globe. Ainsi, on voit que les étages choisis par les pionniers de la Stratigraphie n'ont pas forcément des limites bien définies; une zone paléontologique peut rester à attribuer, entre deux étages; et parallèlement, ce qui ramène au même problème, on peut trouver des zones paléontologiques qui avaient échappé jusque là, par exemple par suite de lacunes locales ou d'une pauvreté en fossiles.

Tout de suite, il apparaît donc que les efforts des stratigraphes modernes du Jurassique, sont amplement justifiés. Malgré la gloire impérissable des fondateurs de la Stratigraphie et de la Paléontologie stratigraphique, nous avons la preuve que leurs étages employés sont susceptibles de perfectionnements (précisions, additions, amputations; compte tenu de leur caractère forcément arbitraire) et que les zones classiques paléontologiques n'ont pas été toutes reconnues. Il va de soi, d'ailleurs, que dans les zones fossilifères classiques des erreurs ont pu se glisser: ne pouvant vérifier partout la valeur de leurs coupures les savants qui les ont proposées ont

pu prendre des successions locales pour des successions de valeur général; et parfois, ils ont utilisé, dans une région pauvre en fossiles, celui qui leur paraissait caractéristique alors qu'il y en avait de meilleurs.

Il est donc clair, et c'est non un dogme, mais une loi, qu'il existe dans le Jurassique des Ammonites datant de façon rigoureuse la zone portant leur nom. (Parfois même, on voit des genres aussi rigoureusement cantonnés dans un étage, fait qui découle des considérations précédentes.)

On peut ainsi être à peu près certain que quand on entend annoncer avec fracas la démonstration de la faillite de la chronologie paléontologique, ou bien : le fossile incriminé n'était pas en réalité un fossile indice (ce qui ne condamne en rien la méthode), ou bien il y a une mauvaise détermination, ou le fossile est remanié, ou encore il ne provient pas d'où on le prétend (fossile non en place à la récolte, similitude de gangue entre deux niveaux, etc...).

Malgré une boutade courante (car parfois, dans le cas de fossile très mal conservé, c'est la série environnante qui — sans le déterminer — permet de le nommer avec certitude), c'est le fossile indice qui date la couche et non le synchronisme lithologique qui date et nomme le fossile. C'est un principe inébranlable comme une montagne.

Et pourtant, périodiquement, faisant fi de la Paléontologie stratigraphique, des géologues subordonnent leurs synchronismes à l'emploi strict de la lithologie.

Un exemple célèbre, menant à une controverse d'ampleur mondiale, fut celui se rattachant au Grès d'Hettange. Pendant des années, pour avoir voulu subordonner la Stratigraphie aux considérations lithologiques, dans une polémique finalement incompréhensible sauf à de rares initiés, on méconnut l'existence d'un faciès grésosableux dans le Lias inférieur du N.-E. du Bassin de Paris; se déjouant des principes de simplicité, ce faciès dessine en effet une bande qui monte obliquement à travers tout le Lias inférieur et moyen, du N. de la Lorraine, par le Luxembourg, la Province du Luxembourg belge, jusqu'aux rivages ardennais.

Il y a maintenant un siècle de cela et tout le monde voit clairement la faute de méthode à la base de la polémique.

Une semblable controverse faillit, précisément à propos du Lias inférieur de Souabe, s'épanouir largement à une époque pas très éloignée. Il s'y greffait même une vigoureuse attaque contre la valeur des Ammonites zonales en tant qu'indices (15, 16, 7).

L'Argovo-Rauracien lorrain, lui aussi, alimenta avec ses « Calcaires de Creüe » des joutes scientifiques où brillèrent des noms illustres...

Comment, en partant des principes généraux de la Géologie stratigraphique, la géologie lorraine peut-elle poser des problèmes nécessitant des considérations aussi solennelles? C'est ce que je vais tâcher d'exposer, car il s'agit d'une question touffue, et je dois rappeler que mes travaux de caractère régional sont à l'origine de la découverte d'une même affaire à propos des Bajocien, Bathonien et Callovien de la Lorraine méridionale et de la Franche-Comté.

*
*
*

Avec des moyens réduits, un temps limité, J. WOHLGEMUTH (19) s'attaquait courageusement il y a trois quarts de siècle à un essai de description et de synthèse du Jurassique moyen et supérieur de l'Est du Bassin de Paris; le résultat de ses travaux paraissait en 1883 et il est probable que s'il n'avait disparu relativement tôt, il eut résolu maints problèmes importants, effleurés ou non, dans ses recherches.

Jusqu'à ces années dernières, ces résultats, compte tenu de remaniements proposés dans quelques importants travaux de G. CORROY (19), sont demeurés à peu près tels que WOHLGEMUTH les avait écrits. Et le tableau diagrammatique avec synchronismes, formant la planche I de sa thèse les illustre clairement.

J'en résume l'aspect essentiel pour les étages nous intéressant présentement.

Sous un Bathonien marnocalcaire assimilé pratiquement par tous ses successeurs au Bathonien supérieur, vient une division: les « Caillasses à *Anabacia* » que G. CORROY a classées, sur les connaissances de l'époque, comme du Bathonien moyen. Le Bathonien inférieur manquerait, et ceci se traduit

par la surface d'émergence séparant cette formation du Bajocien supérieur (« Oolithe miliaire supérieure ») ; d'ailleurs cette dernière formation n'est rangée dans le Bajocien que depuis relativement peu de temps, avec P. THIÉRY ; elle était précédemment rangée dans le Bathonien, au mépris de la définition du Bajocien, pour satisfaire à des synchronismes lithologiques hasardeux avec l'Angleterre.

Ceci est valable en Lorraine centrale (Région Nancy-Toul). Et il convient d'ajouter qu'au-dessus de ce Bathonien existe un Callovien inférieur, admis très rapidement par les divers auteurs, et bien caractérisé par *Macrocephalites macrocephalus*, Ammonite indice de la zone de base du Callovien.

En laissant délibérément ce qui se passe dans le N. et le N.-O. du Bassin de Paris, fait tout aussi intéressant, et réplique de ce que nous allons constater, si on se dirige vers le Sud, on arrive à d'étranges constatations.

Vers Neufchâteau, on a bien un Callovien inférieur marnocalcaire daté par ses Ammonites. Il repose sur un Bathonien supérieur daté par de rares Ammonites, mais ayant pris un faciès de calcaire finement oolithique. On y trouve notamment, fait à bien retenir, *M. macrocephalus* et des *Ornithella* du groupe de *digona* et *obovata* Sow., Auct., dans ce Callovien inférieur. Entre les deux étages existe une surface d'émergence.

Mais la base de ce calcaire oolithique passe à une série marnocalcaire dépourvue d'Ammonites, à Brachiopodes bathoniens, rapportée sans difficulté au Bathonien supérieur basal (et moyen pour certains auteurs). Dessous, il n'y a plus trace des « Caillasses à *Anabacia* » soit le Bathonien moyen de certains auteurs (on a signalé, sans localisation, un niveau très mince à *Eudesia cardium*, lui correspondant, dans la région de Neufchâteau : je n'ai jamais pu le déceler pour ma part, malgré tous mes efforts). Dessous, après une surface d'émergence, vient un calcaire compact blanc, pur, d'aspect sublithographique, parfois pisoolithique, avec un fossile inconnu en Lorraine centrale : le « Calcaire à *Rhynchonella decorata* ». Les auteurs se partagent quant à son âge ; et il oscille indifféremment entre le Bajocien et le Bathonien. Ainsi, dans la dernière conception à ce propos (17) on voit le « Cal-

caire à *Rh. decorata* » devenir du Bathonien inférieur ce qui amène, comme dans le tableau de WOHLGEMUTH, à voir un Bathonien inférieur épais se terminer en biseau au N. et au S. de la Lorraine, sur l' « Oolithe miliare du Bajocien supérieur » ; il existerait donc une lacune stratigraphique du Bathonien inférieur en Lorraine centrale. Et *obligatoirement*, j'insiste sur ce premier point capital dans la discussion, il y aura fatalement un moment où l'on trouvera, latéralement, une discordance angulaire avec régression du « Calcaire à *Rh. decorata* » sur l' « Oolithe miliare ».

Déjà, à Neufchâteau même, on voit l' « Oolithe miliare » passer de façon continue au « Calc. à *Rh. decorata* » ; selon les vues précédentes il aurait loin de cette discordance angulaire passage continu du Bajocien au Bathonien ; ce passage continu n'aurait rien d'étonnant attendu que l'on n'est pas sur le bord de la lentille du « Calc. à *Rh. decorata* ».

Dessous vient un Bajocien supérieur bien daté, marnocalcaire oolithique, de la zone à *Park. Parkinsoni*.

Plus au S. encore, on constate de nouveaux changements, avec des réductions d'épaisseur des séries considérées.

Ainsi, vers Andelot, on voit dans l'ordre descendant un Callovien inférieur constitué par un calcaire crinoïdique et oolithique ferrugineux, la « Dalle nacrée », qui reposerait sur une surface d'émersion terminant un calcaire oolithique blanc (Bathonien supérieur) coupé vers le bas de lits marnocalcaires. Soudain, apparaissent là les *Ornithella* signalées plus au Nord dans le Callovien. Et cette formation repose à son tour sur le « Calc. à *Rh. decorata* », terminé par une surface d'émersion.

Dans cet examen, j'ai passé sous silence des coupes prises en des points intermédiaires (coupes partielles ou contacts de niveaux divers, décrits par WOHLGEMUTH à peu près exclusivement). Il en est de même entre Andelot et Chaumont.

A Chaumont, où s'amorcerait la disparition du Callovien inférieur (« Dalle nacrée »), le calcaire oolithique Bathonien couvrirait un mince niveau qui réapparaît, bien caractérisé : les « Caillasses à *Anabacia* » avec *Eudesia cardium*, surmontant elles-mêmes une surface d'émersion coiffant le « Calc. à *Rh. decorata* » ; ce dernier renferme là à son tour

des *Anabacia orbulites*; il est séparé de l' « Oolithe miliaire », inférieure, par une surface d'émergence ou au moins d'érosion; cette Oolithe miliaire renferme elle aussi une riche faune d'*Anabacia*.

Ces différents horizons apparaissaient, ces années dernières, dépourvus d'Ammonites, ce qui ne facilitait pas les synchronismes stratigraphiques.

Enfin, sautant encore bien des coupes, nous arrivons dans la région de Châtillon-sur-Seine, où un Callovo-oxfordien (ou au moins le Callovien) sous forme d'oolithes ferrugineuses et de marnocalcaires, daté, repose sur un calcaire blanc, oolithique à cristallin et coralligène, à *Rh. Hopkinsi*. Après bien des hésitations, WOHLGEMUTH synchronise ce calcaire avec le « Calc. à *Rh. decorata* » dont il serait le faciès latéral terminal; en effet on voit ce calcaire se charger de bancs de marne avec la faune d'*Ornithella* déjà citée, au-dessus du « Calc. à *Rh. decorata* » typique.

Levant pas à pas de façon continue, tous les profils actuellement visibles dans ces horizons, sur une immense étendue, j'étais arrivé, sur la base de la lithologie seule, à des incompatibilités de synchronisme en suivant ce schéma classique. Puis, quelques trouvailles paléontologiques anciennes ayant seulement effleuré l'attention de WOHLGEMUTH (et l'ayant fort troublé), m'ont semblé inadmissibles (13). Alors, coup sur coup, comme pour répondre à mes souhaits, des trouvailles séparées d'Ammonites par deux personnes différentes, puis des récoltes personnelles, sont venues apporter des arguments chronologiques certains. Fait suprêmement intéressant, ces trouvailles permettaient de procéder à des recoupements et étayaient une conception nouvelle.

J'ai peu à peu exposé mes arguments et réflexions, dans une série de notes; la dernière synthétisait ma conception en admettant l'existence d'une vaste lacune stratigraphique du Bathonien, au S. de Neufchâteau, jusque vers Châtillon-sur-Seine, avec une répétition de faciès latéraux identiques à divers étages, et amincissements successifs des étages (9, 10, 11, 14).

Or, l'examen de la littérature parue en même temps que mes publications montre que ces mêmes fossiles n'ont pas reçu

les mêmes déterminations paléontologiques que les miennes; de plus, ils n'ont pas amené aux mêmes conclusions stratigraphiques (8).

Enfin, un travail récent, négligeant complètement la série de mes publications, les trouvailles de mes devanciers, retient seulement ma note synthétique pour me taxer, sans aucun élément de démonstration, d'incompréhension de la stratigraphie de l'Est du Bassin de Paris (17).

Un mémoire d'ensemble apportera sous peu la quasi-totalité de mes profils, et devrait, en principe, pour qui voudrait les lire, justifier mes conclusions. Mais comme d'autre part le problème est ardu et nécessite quelque explications pour les non-spécialistes j'ai cru bon d'apporter ici quelques éclaircissements.

Je rappellerai donc les points fondamentaux qui motivent mes synchronismes nouveaux, si peu conformistes soient-ils. Poserai les problèmes, montrerai la solution possible et dresserai la synthèse stratigraphique. Mieux que de longues considérations, un tableau demi-schématique vient éclairer les faits, et on y retrouvera une bonne partie des profils décrits en détail dans mon mémoire d'ensemble.

Comme la vérification de mes profils sera possible, que je possède quelques-unes des Ammonites caractéristiques, avec leur gangue adhérente, et que, d'autre part, les trouvailles de fossiles indices ont été faites par trois personnes distinctes (Royer autrefois, MM. G. Gardet et P. Cotterlaz-Rennaz maintenant) la validité des matériaux de base ne peut être suspectée. On aboutit ainsi au dilemme qui est clair: les fossiles caractéristiques datent une couche ou les considérations de faciès prévalent dans les synchronismes, avec conjonction dans ces différents faciès de fossiles dépourvus de valeur stratigraphique zonale.

Autrement dit la Paléontologie stratigraphique est, ou n'est pas, pourvue de fondements: sous son caractère brutal, c'est le fond du problème, lequel dépasse de loin la validité des résultats d'un géologue.

Avant d'examiner les points annoncés, piliers de mon raisonnement, je crois bon de faire quelques citations, qui ne

sont pas une digression, mais justifient le dilemme précédent et démontrent les incompréhensions dont est l'objet la Paléontologie stratigraphique.

Nous devons, avant, considérer le problème du « Cornbrash » et de la limite du Bathonien-Callovien.

D'ORBIGNY plaçait le « Cornbrash » des Anglais dans le Bathonien (1850, p. 600, Prodrôme) avec *Clydomiceras discus* comme fossile de cette division. A ce moment on ignorait que le « Cornbrash » inférieur uniquement, contenait *Cl. discus*, forme indice du Bathonien supérieur ; le C. supérieur, seul représenté dans le Yorkshire, en est dépourvu, rangeable dans la zone à *M. macrocephalus* du Callovien inférieur. Or D'ORBIGNY lui-même, et tous les géologues ont pris le Callovien inférieur comme marqué par la zone à *M. macrocephalus*. W. J. ARKELL a bien analysé le problème et il a même montré que les soi-disant *Macrocephalites* de D'ORBIGNY étaient des *Morrisiceras* du Bathonien, donc du « Cornbrash » inférieur. Vu l'usage universel antérieur, la proposition de BONTE, de retourner à la conception primitive due à une équivoque, et de mettre la zone à *M. Macrocephalus* dans le Bathonien terminal, ne pouvait donc être acceptée bien que séduisante à première vue (1, 2, 3, 4).

Il y a donc dans cette affaire du « Cornbrash », encore une fois, une confusion d'étages chevauchant sur un même faciès.

Le fait capital dans ce problème, établi actuellement, et qui ne paraît pas jusqu'ici infirmé, c'est que le Callovien inférieur commence partout avec la zone à *M. macrocephalus* dans le NW de l'Europe du moins (par ex. dans l'Inde c'est la zone à *rehmanni* de SPATH).

Au risque d'une redite, il est clair qu'une couche renfermant *M. macrocephalus*, et à plus forte raison une faune plus variée callovienne, est automatiquement du Callovien inférieur.

Or WOHLGEMUTH a voulu nous rallier à d'étranges considérations ; et pour lui rendre justice il faut bien convenir qu'il a senti lui-même, et insisté là-dessus, des faits bizarres dans la stratigraphie de son champ d'études.

On les trouve dans ses : Essai critique sur la valeur réelle des caractères paléontologiques (pp. 316-318) ; Essai sur la

marche des espèces (pp. 318-330); on peut y ajouter, à plusieurs reprises, des considérations analogues dans la partie stratigraphique.

Ainsi, VOHLGEMUTH insiste sur l'absence d'*Ornithella digona* et *T. obovata* dans le Bathonien de la Woëvre (Lorraine centrale); ces formes y existent seulement dans la zone à *M. macrocephalus* (Cf. son tableau 1). Or de la Haute-Marne à Liffol-le-Grand, il constate un phénomène bizarre: ces espèces montent du Bathonien dans le Callovien inférieur. [Je m'empresse d'ajouter que cela est exact *si* son schéma stratigraphique, longuement exposé en tête de ces pages, est réel; or le fait capital que j'ai démontrée (ou croyais avoir démontré) c'est que ce Bathonien est précisément... du Callovien inférieur. Il n'y a donc plus de fossiles en rupture de zones]. L'auteur ne trouve qu'une explication: le golfe vaseux du Bathonien de la Woëvre a été un obstacle à la diffusion de ces espèces.

Dans le texte on trouve aussi (p. 321) une phrase laissant bien traduire son trouble: ces espèces étant « absolument caractéristiques du Callovien inférieur des Vosges et de la Meurthe-et-Moselle, on devrait dire que tout le Bathonien supérieur... de la Haute-Marne est de la même époque ».

C'est bien ce que je pense avoir établi; cela entraîne dans un fracas de plâtras des synchronismes boiteux et déterminations d'Ammonites pour les besoins de la cause, sur le sujet desquels je reviens ici.

Lancé sur ces pentes savonneuses, VOHLGEMUTH est prêt à tout admettre, sans envisager la possibilité des faunes remaniées: par exemple (p. 326) il accepte la présence de *M. macrocephalus* dans le Callovien moyen, et cette forme « passe dans la zone à *A. anceps* où elle est rare ». J'ajouterais: cependant et heureusement.

Après cela il ne lui reste plus qu'à réclamer des « diffusions obliques » des Ammonites indices, expliquées par « des oscillations du sol avec mouvements de bascule » (...!!). Et il conclut que les « zones d'Ammonites sont tout à fait régionales » (contradiction avec l'Ammonite zonale) « nous dirons même que les limites d'étages ne peuvent coïncider partout exactement », etc... (p. 329); logiquement, il ajoute :

« La limite du Bathonien et du Callovien très nette dans les Ardennes, la Meuse et les Vosges, où elle est marquée par une surface de corrosion, disparaît au milieu des calcaires dans la Haute-Marne, précisément au point où la faune de la zone à *A. macrocephalus* va se perdre dans le Bathonien supérieur. Une surface nette de corrosion se trouve par contre entre la Dalle nacrée callovienne et le minerai de fer à *A. anceps*. » (Le dernier fait, exact, est à retenir pour les considérations ultérieures.)

On ne peut plus nettement subordonner la chronologie à la lithologie; même si la faune est callovienne, on a affaire à du Bathonien vu le synchronisme présumé. Pour ma part, je suis pris de vertige devant de tels raisonnements.

Dès lors, fidèles à ce mode de raisonnement ses successeurs (8, 11, 12) arriveront à: déterminer sous un nom de fantaisie une Ammonite du « Calc. à *Rh. decorata* » afin de confirmer l'âge Bathonien présumé de la couche; déterminer correctement certaines formes d'Ammonites calloviennes (*Macrocephalites*), mais... conclure à un âge Bathonien de la couche encaissante; admettre ma détermination d'une *Reineckeia* callovienne, mais procéder de même; enfin (17, 18), purement et simplement à considérer comme quantité négligeable et fait sans signification, la découverte de *Macrocephalites macrocephalus* et de *Reineckeia*, par mes soins, à la base de leur « Bathonien », presque au contact du « Calcaire à *Rh. decorata* » (lequel serait alors non plus du Bathonien inférieur, mais forcément supérieur, autre fait extravagant). On ajoutera enfin, qu'il y a longtemps que ROYER a signalé des *Macrocephalites* dans les couches réputées bathoniennes, et que, seul avant moi, WOHLGEMUTH s'y est arrêté un instant, fort perplexe et troublé.

*
**

Passons maintenant à l'examen des faits qui doivent être résolus et expliqués par mes contradicteurs éventuels, faits près desquels j'énonce mes conclusions. Le tableau précise les raccords admis et rend plus parlants les profils considérés.

Dans l'état actuel des observations, pour respecter les prin-

cipes fondamentaux de la Paléontologie stratigraphique et de la Stratigraphie tout court, il ne me paraît pas possible d'aboutir à un autre résultat. Pour y arriver il faudra réfuter mes observations et raisonnements, puis apporter des *faits* (fossiles ou coupes nouvelles) ébranlant partie ou totalité de mes synchronismes.

1) Pour la première fois (et l'aide précieuse du Dr W.J. ARKELL m'a été de première importance à ce moment), j'ai pu dater et démontrer la présence du Bathonien inférieur dans les « Caillasses à *Anabacia* » de Lorraine centrale et septentrionale. Le Bathonien inférieur existe donc en Lorraine (6).

Bien que marquant une lacune stratigraphique (probablement sur une partie du Bajocien supérieur, et peut-être sur certains horizons de l'extrême base du Bathonien), la surface d'émersion du toit du Bajocien indique bien le contact net des deux étages.

2) J'ai suivi de façon certaine les « Caillasses à *Anabacia* » jusqu'un peu au S. de Colombey-les-Belles. Elles deviennent ainsi progressivement plus sableuses.

Presque simultanément le Bathonien va devenir calcaire à son sommet, oolithique tout en haut, plus marnocalcaire vers le bas.

3) En plusieurs points j'ai trouvé dans l' « Oolithe miliaire supérieure » ou « Oolithe de Royaumeix », des prémices du faciès du « Calc. à *Rh. decorata* » ; à Saint-Elophé, avant Neufchâteau, j'ai vu le « Calc. à *Rh. decorata* » intercalé en biseau dans l' « Oolithe miliaire ».

Bien que je présume qu'il existe à partir de là une lacune stratigraphique portant sur le Bathonien inférieur, l'absence des « Caillasses à *Anabacia* » ou de tout terme synchronique certain, ne parle pas contre l'âge Bajocien supérieur du « Calcaire à *Rh. decorata* ». On a vu, latéralement, l' « Oolithe miliaire » datée (par sa faune même, et aussi par la superposition des « Caillasses ») comme Bajocien supérieur.

De Neufchâteau à Chaumont, aucune Ammonite ne vient jusqu'ici, hélas, préciser l'âge de cette formation.

4) Aux environs de Neufchâteau le Callovien inférieur est bien daté et repose sur un Bathonien supérieur oolithique.

calcaire, daté lui aussi, par des Ammonites rarissimes. Le Bathonien inférieur semble manquer. Le « Calc. à *Rh. decorata* » passe de façon continue à l'« Oolithe miliaire » supérieure; c'est donc la base de celle-ci, sur un biseau latéral. Dessous, la zone à *Park. Parkinsoni* est bien datée. Celle-ci, au N., reposait sur les « Marnes de Longwy » par l'intermédiaire de l'« Oolithe miliaire inférieure » ou « Oolithe de Maxéville ». Au S. de Neufchâteau les faits forcent à admettre que la zone à *Park. Parkinsoni* repose directement sur les « Calcaires à Polypiers » du Bajocien moyen, rarements datés avec certitude, mais dont l'âge semble peu douteux (1). Et, une fois pour toute, je dirai que ce fait me semble durer de façon à peu près continue jusque Langres, et bien au delà.

5) A Prez-sous-Lafauche, WOHLGEMUTH, et moi-même avons bien daté un Callovien inférieur, finement oolithique, avec bancs de marne intercalés, sur un calcaire oolithique non daté.

6) A Saint-Blin, dans deux affleurements, j'ai trouvé dans les calcaires finement oolithiques, séparés à la base par des lits de marne sableuse, une faune callovienne typique, en deux points différents (2); ceci dès les premiers bancs de base. Ce Callovien inférieur repose, avec surface d'émersion intercalée, sur le « Calcaire à *Rh. decorata* ».

Or (la présence d'une petite faille particulière situe bien l'affleurement, s'il y avait des doutes quant au fait que nous parlons du même), un auteur récent voit dans cette carrière, pour les mêmes couches: le Bathonien moyen et le Bathonien inférieur (« Calc. à *Rh. decorata* »)! (17).

Je viens de démontrer que le « Calc. à *Rh. decorata* » ne peut pas être synchronique des « Caillasses à *Anabacia* » lesquelles sont du Bathonien inférieur.

À l'instant, je viens de citer une faune callovienne dans ce

(1) Déjà, cette disparition de la base du Bajocien supérieure s'amorce au S.E. de Colombey-les-Belles. L'« Oolithe miliaire inférieure » y repose directement sur les calcaires pisolithiques terreux des « Marnes de Longwy », sans le lit argileux connu plus au Nord; ces calcaires terreux sont d'ailleurs fortement réduits en puissance. Peut-être même des lacunes locales existent-elles, affectant les « Marnes de Longwy » toutes entières.

(2) La présence d'accidents coralligènes (jamais signalés) y annonce les faciès coralligènes du « Calcaire à *Rh. Hopkinsi* », du Châtillonnais, d'âge Callovien.

prétendu Bathonien moyen, où il y a bien, de plus, les Brachiopodes calloviens chers à WOHLGEMUTH.

Ceci, à moins de le nier comme on l'a fait, ne pourrait que permettre de conclure :

a) Le Bathonien est affecté d'une importante lacune stratigraphique, que nous allons suivre pas à pas jusqu'à Châtillon-sur-Seine.

b) Les couches datées calloviennes le sont bien, mais le Bathonien inférieur (Calc. à *Rh. decorata* ») devient simplement supérieur. (Ce ne serait déjà pas mince modification.)

Ce dernier point serait en désaccord total avec les conceptions anciennes. De plus, il est impossible de le prendre en considération vu l'âge Bajocien démontré à l'instant des « Calcaires à *Rh. decorata* ».

c) Reste l'hypothèse à peu près inconcevable et jamais démontrée, de la répétition du faciès des calcaires blancs purs à *Rhynchonella decorata*...

7) A Manois, le Callovien moyen, argileux, repose sur un minerai marnocalcaire à oolithes ferrugineuses à *Reineckeia* (zone à *anceps*). Une surface d'émergence sépare celui-ci d'un calcaire oolithique cristallin à entroques (« Dalle nacrée »). On aurait trouvé (détermination jamais confirmée) à l'extrême base de ce minerai, *Macrocephalites* sur la surface d'émergence : cette rareté insigne peut être un fossile remanié.

Au S. de Manois, on découvre une surface d'émergence au sein de ce calcaire oolithique, taché de passées à faciès « Dalle nacrée », crinoïdique. Or, il semble bien, d'après la cartographie locale, que c'est sous cette dalle taraulée qu'un *Reineckeia* aff. *spinosa* JEANNERET a été trouvé.

Où est le Bathonien là-dedans ? d'autant que si le « Calc. à *Rh. decorata* » n'est pas visible là, il l'est à 5 km plus au N.-E., à Saint-Blin, couvert par le Callovien, on l'a vu.

8) A Rimaucourt, on voit nettement la zone à *Peltoceras athleta* du Callovien, reposer sur le minerai marnocalcaire à *Reineckeia* de la zone à *R. anceps*. Une surface d'émergence sépare celui-ci de la « Dalle nacrée » inférieure.

9) On a la même succession à Briaucourt, Bologne ; là, on voit la « Dalle nacrée » passer de façon continue à un cal-

caire finement oolithique franc. Dans ce calcaire les anciens auteurs ont trouvé des Ammonites calloviennes.

10) A Chaumont, la base de ces mêmes calcaires oolithiques renferme une faune typiquement callovienne d'Ammonites. Dessous on ne trouve pas du Bathonien supérieur, mais une série peu épaisse oolithique, et marneuse, qui paraît bien représenter des lambeaux locaux des « Caillasses à *Anabacia* » donc le Bathonien inférieur (13, 19).

Le « Calcaire à *Rh. decorata* », qui vient dessous, montre toujours une surface d'émersion terminale; il renferme ici des *Anabacia*; il est séparé de l'« Oolithe miliaire supérieure » par une surface d'émersion; cette formation renferme elle aussi des *Anabacia orbulites* LMX. et autres. Comme on a trouvé ces Polypiers en différents horizons en Lorraine, et dans le Bathonien moyen-supérieur, daté, en d'autres contrées de la France, la valeur stratigraphique des *Anabacia* paraît illusoire.

En outre, la seule Ammonite connue jusqu'ici dans le « Calc. à *Rh. decorata* » a été trouvée à Chaumont; c'est une forme affine à une espèce malheureusement rarissime du Bajocien supérieur anglais, ce qui amène quelques réserves quant à des conclusions stratigraphiques certaines.

Mais on est en face de divers recoupements.

11) A Châtillon-sur-Seine on voit une traînée de minerai marnocalcaire oolithique, callovien, si ce n'est callovo-oxfordien, reposer sur des « Calcaires à *Rh. Hopkinsi* » oolithiques, puis coralligènes, passant à des couches oolithiques et marnocalcaires à *Ornithella* et Brachiopodes habituellement calloviens.

Après un indice d'émersion vient le « Calc. à *Rh. decorata* » avec *Anabacia*. Ce dernier vient d'être daté de proche en proche, et, probablement aussi, grâce à la seule Ammonite trouvée, comme Bajocien supérieur.

Les couches à Brachiopodes supérieures paraissent donc synchroniques de celles de Saint-Blin; plus haut, leur sommet (« Calc. à *Rh. Hopkinsi* ») ne peut donc pas être synchronisé avec le « Calc. à *Rh. Decorata* ». Tout ce qui est entre le minerai et ce dernier calcaire, est forcément du Callovien inférieur.

CONCLUSIONS

Macrocephalites Macrocephalus Schl., *Macrocephalites* et *Reineckeia*, sans même tenir compte des faunes de Brachiopodes, datent partout où on les trouve non remaniées le Callovien inférieur. (Elles ne pourraient d'ailleurs être remaniées que dans des formations plus jeunes.)

Et, depuis un peu au S.-E. de Neufchâteau, jusque Châtillon-s-Seine, il existe une vaste lacune stratigraphique affectant le Bathonien; tantôt l'étage manque totalement, tantôt il est représenté par des lambeaux sporadiques, le plus souvent d'âge Bathonien inférieur. Ceci est corrélatif d'une série de lacunes stratigraphiques dans les divers termes du Jurassique, plus particulièrement dans le Bajocien, et d'un amincissement graduel des séries. Cet amincissement montre clairement que l'on s'éloigne de la grande fosse subsidente qu'a été la Lorraine centrale pendant le Trias et le Jurassique (en mettant le Primaire à part, malgré la manifestation du même phénomène) lors de deux paléogéographies pourtant totalement différentes.

Le diagramme demi-schématique résume clairement ma conception.

Sur la base actuelle des faits celle-ci me paraît la seule admissible, à des détails locaux près.

Des répétitions de faciès nous échappant à cause du caractère incomplet de certaines coupes, ou de lacunes dans les chaînages, peuvent seules expliquer différemment les observations.

En attendant la publication de données positives réfutant ma conception, je considère le présent travail comme devant clore mes écrits et réflexions à ce propos.

Compléments : Quelques précisions sur le Jurassique moyen du Châtillonnais

Contact du Callovien et du Bajocien supérieur à Châtillon-sur-Seine dans la carrière située au Sud de la ville le long de la route de Langres; de h. en b. :

0 m 60 Calcaire identique aux couches inférieures, avec débris rocailloux de quelques centimètres.

2,00 Calcaire dont la base sur 0,40 est criblée de *Terebratules*, *Rhynchonelles* et *Plagiostomes*. Le calcaire est plus ou moins cristallin finement oolithique, blanchâtre à jaunâtre avec rares débris coquillers.

0,10 Calcaire rocailloux.

0,60 Calcaire de plus en plus fossilifère vers la base et irrégulièrement rocailloux sur toute sa hauteur; nombreuses *Pholadomyes* à la base.

0,10 Marne calcaire gris-jaune fossilifère, à débris coquillers.

2,20 Calcaire passant à...

0,20 Marne calcaire feuilletée brune et grise passant à

3,40 Calcaire finement oolithique à débris coquillers avec passées irrégulières grossières, gris-blanc, taché irrégulièrement de gris-bleu et de marne diffuse. Il est identique dans les bancs supérieurs. Passage à...

0,25 Marne calcareuse feuilletée gris-jaune à rose et gris-bleu, parfois argileuse; granules calcaires roulés et fausses oolithes. Nombreux fossiles dont des *Brachiopodes*. (*Ornithella*).

Surface d'érosion ravinée avec rares Huitres fixées.

1,25 Calcaire compact finement oolithique gris-jaune à gris-blanc taché de gris-bleu (*).

0,00 à 0,25 Lentille de marne calcareuse feuilletée oolithique et granuleuse brun-jaune. Si elle manque, elle est compensée par un épaissement du banc supérieur. Passage à...

0,40 Banc de calcaire compact finement oolithique brun-jaunâtre.

Pellicule de 1-2 mm de marne ocre (Base du Callovien).

Surface ravinée plane légèrement taradée par places, parfois oxydée.

2,50 Calcaire blanc à blanc-jaune sublithographique à rares *Corbis*; nombreux lits stylolithiques (Toit du Bajocien).

(*) Il peut peut-être s'agit d'un lambeau Bathonien conservé; il n'existe aucune preuve stratigraphique à ce propos.

Lit stylolithique continu sur le front de taille avec 3 mm de marne brun-jaune sur le joint.

1,50 Calcaire blanc sublithographique à cristallin, gris; quelques lignes stylolithiques; ce calcaire est très compact. Rares débris coquillers. La base montre des passées granuleuses pseudo-oolithiques et suboolithiques. Très rares *Anabacia*.

De nombreuses coupes partielles sont ouvertes dans ces différents niveaux, soit à la faveur de travaux exceptionnels dans la ville de Châtillon, soit dans les carrières ou autres affleurements de la région.

La tranchée du chemin de fer a été autrefois sommairement décrite par WOHLGEMUTH (p. 127). A l'époque le minerai de fer oolithique collovo-oxfordien et l'Argovien (« Marnes à Spongiaires ») étaient bien visibles; ils sont à peine accessibles maintenant; mais les autres termes de la tranchée sont encore bien dégagés. On note de H. en B. dans la tranchée du chemin de fer au N. de la station:

1 m 50 masqué: Marne grise avec nodules calcaires et Spongiaires.

1,00 Minerai marnocalcaire, à grosses oolithes ferrugineuses brillantes, brun-rougeâtre. Nombreux fossiles, dont des Ammonites mal conservées. Visible en quelques points seulement.

Surface d'émersion ravinée, oxydée, plane, taraudée, couverte d'Huitres plates.

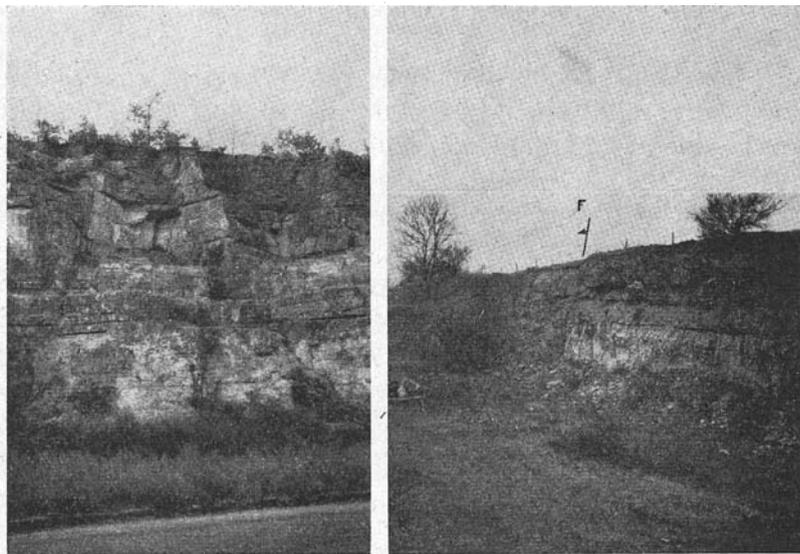
0,60 Banc nettement marqué, de calcaire compact sublithographique gris à débris coquillers et quelques traces de Polypiers.

3,80 Bancs de calcaire identique, mais parfois gélif, à débris coquillers, lignes stylolithiques; nombreux Brachiopodes dont *Rhynchonella Hopkinsi* Auct., *Nerinea*, Bivalves indéterminables, parfois débris Végétaux. Taches pyriteuses par places. Irrégulièrement, débris de Polypiers et passées pisoolithiques ou oolithiques.

8,60 Même série avec lits rognoneux dans le calcaire; irrégulièrement, concentrations siliceuses rognoneuses et débris Végétaux. Brachiopodes et Polypiers fréquents.

6,00 Calcaire compact gris, généralement oolithique, plus

ou moins grossièrement, avec Polypiers, Brachiopodés et gros moules internes de *Plagiostoma* sp. Passées sublithographiques. La partie inférieure est mêlée irrégulièrement de bancs marnocalcaires gris à gris-jaune, micacés, sableux riches en



1.

FIG. 1.

2.

Carrière de la route de Langres au S-E de Châtillon-sur-Seine. Contact des « calcaires à *Rhynchonella Hopkinsi* » et du « Calcaire à *Rhynchonella decorata* ».

FIG. 2.

Carrière au S-E de Vesaignes-sous-Lafauche (Haute-Marne), près de la voie ferrée. (Presque au sommet du buisson, derrière les arbustes, à gauche, on devine dans la brume la côte de l'Argovien sur un talus oxfordien).

Sur les deux clichés, le trait noir subhorizontal indique le contact des deux horizons (Surface taraudée du « Calcaire à *R. decorata* »).

Brachiopodes et Lamellibranches avec *Ornithella* du groupe de *digona* Auct.

Cette partie inférieure correspond à la série marnocalcaire callovienne de la moitié supérieure de la carrière décrite ci-avant.

On retrouve une série identique à celle de cette carrière dans les pittoresques affleurements constituant la promenade de la Douy dans Châtillon.

En suivant la ligne de chemin de fer jusque vers Prusly on rencontre de nombreuses tranchées aisément étudiables; elles donnent un certain nombre de fois des éléments de la série précédente, sans coupe continue et complète.

Aux environs d'Arc-en-Barrois c'est une série identique qui se retrouve, avec des coupes à différentes hauteurs de la série (on y ajoutera de bons profils à divers niveaux du Bajocien supérieur). La suite la plus complète se trouve le long de la route d'Aubepierre au S.-O. de la ville. Elle a été décrite récemment (17) avec des déterminations d'étages que je ne puis suivre. Ainsi on a, depuis Châtillon, sur 35 km env. vers le N.-E. une même série jusque dans la Forêt d'Arc. La feuille de Châtillon est donc couverte pour une part importante, sur ses plateaux calcaires arides et quasi-désertiques, par une série callovo-bajocienne calcaire, en superposition directe avec lacune du Bathonien; seuls des lambeaux sporadiques de celui-ci ont pu y être conservés.

BIBLIOGRAPHIE

1. ARKELL (W.J.). — Standard of the European Jurassic. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 57, p. 1-34, 1946.
2. BASSE (El.) et FERRODON (M.). — Macrocephalitides du SO de Madagascar. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, N. S. T. XXX, f. 3-4, Mém. 65.
3. BONTE (A.). — Les horizons du Callovien dans les environs de Besançon. *C.R.S. Soc. Géol. Fr.*, 22 janv. 1945, pp. 17-18. (Avec remarques de P. FALLOT.)
4. — A propos de la limite du Bathonien et du Callovien. *Ibid.*, 18 juin 1945, pp. 154-155.
5. CORROY (G.). — Le Bajocien supérieur et le Bathonien de Lorraine. *B.S.G. Fr.*, XXIX, p. 167 suiv., 1929.
6. — Le Callovien de la bordure orientale du Bassin de Paris. *Mém. Carte Géol. Fr.*, 1912.
7. DENINGER (K.). — Einige Bemerkungen über die Stratigraphie der Moluken, usw., *Neues Jahrb. für Min.*, t. II, 1910.
8. GARDET (G.). — *Op. cit.*, in MAUBEUGE (9), (11).
9. MAUBEUGE (P.L.). — Existence d'une importante lacune stratigraphique de vaste extension géographique, dans le Jurassique moyen haut-marnais. *C. R. Ac. Sc.*, t. 235, p. 891-93, 20 oct 1952.
10. — Sur le Bathonien et en particulier sur le Bathonien lorrain. Nancy, Imp. Thomas, 1949, 1 br., 16 pp., tabl.
11. — Observations stratigraphiques sur le Bajocien supérieur et le Bathonien de la Haute-Marne, et remarques sur le niveau stratigraphique du genre *Anabacia*. *B. Soc. Sc. Ncy.*, t. XI, N° 2, 1952, pp. 41-47.
12. — Histoire des progrès de la Stratigraphie des Terrains jurassiques. Conf. faites à la Soc. des Sc. de Nancy, 1 br., polycopiée, 21 pp., Nancy 1946, 30 tabl.
13. — Sur le Bajocien-Bathonien du Bassigny. *B. Soc. Sc. Ncy.*, sept. 1950, N° 2, pp. 21-27.

14. — Quelques remarques à propos du Dogger de la Haute-Marne et des Vosges. *C.R.S. Soc. Geol. Fr.*, N° 13, 9 nov. 1953, pp. 260-62.
15. PRATJE (Otto). — Lassen sie Vanderungen, etc... (Peut-on démontrer des migrations des Ammonites conductrices dans le Lias a entre l'Alb souabe et le Jura suisse ?). *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Pal.*, 1924, pp. 345-51.
16. SEMPER (M.). — Grundlagen paläogeographischer Untersuchungen. *Centralblatt f. Min. Geol. und Pal.*, 1908.
17. STCHEPINSKY (Vl.). — Une grande fracture de l'Est du Bassin de Paris. *B.S.G. Fr.*, 6 S., T. 2, F. 7-9, pp. 417-424, 1952.
18. — Le Bathonien moyen d'Arc en Barrois. *C.R. S.G. Fr.* N° 3, 1953, pp. 50-52.
19. WOHGELMUTH (J.). — Recherches sur le Jurassique moyen à l'Est du Bassin de Paris. *Bull. Soc. Sc. Ncy.*, S. II, T. VI, f. XV, 1883, 336 pp., tabl.

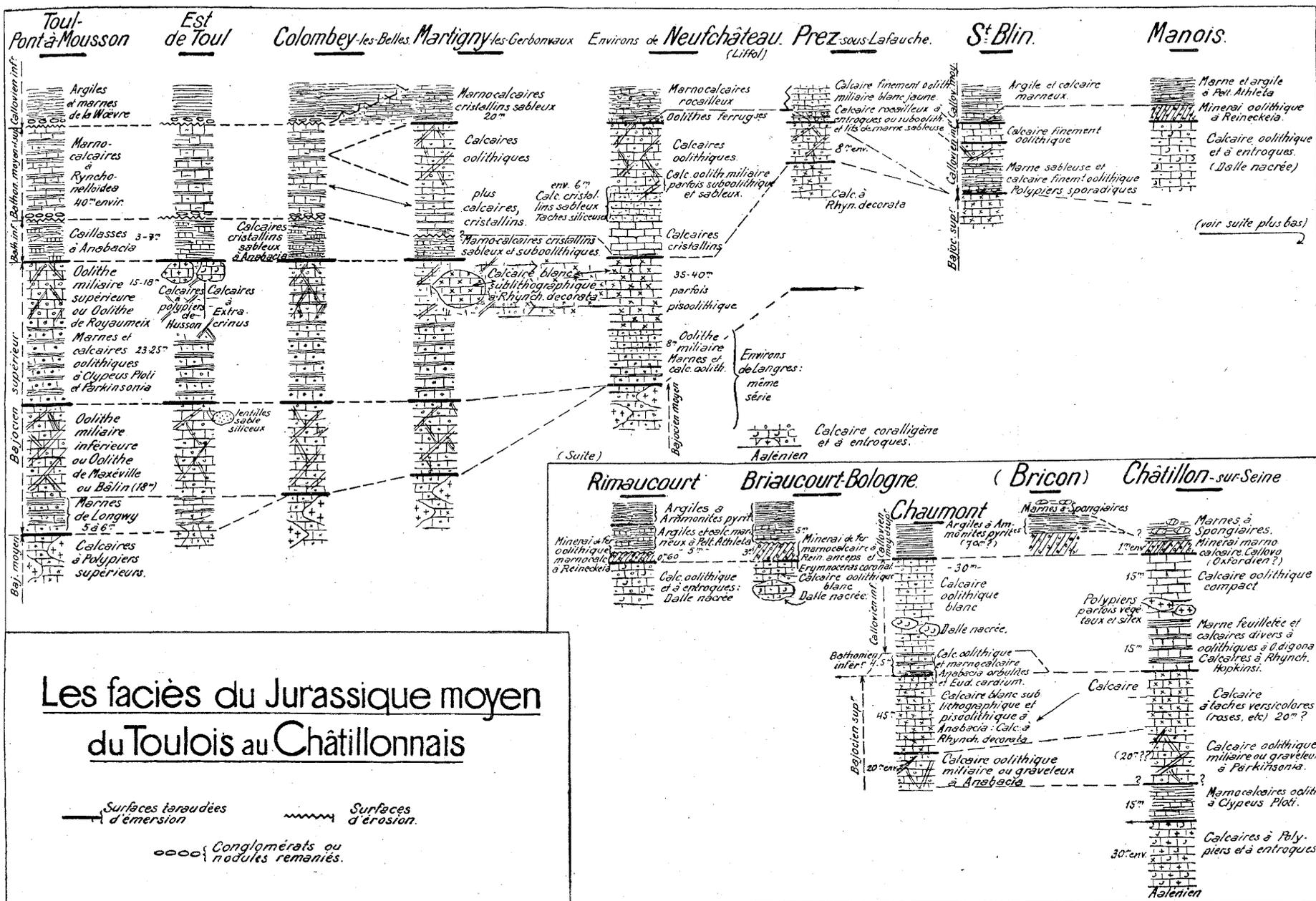
Note ajoutée en cours d'impression :

Au moment de la distribution du présent travail, je suis l'objet de nouvelles critiques, très explicites, à propos de mes conceptions stratigraphiques. (Vl Stchepinsky. *Au sujet du Jurassique Haut-Marnois*. *C.R.S. Soc. Géol. Fr.*, pp. 19-21, n° 1, 1954). Après avoir envisagé de passer ce travail sous silence pour éviter un « dialogue de sourds » allié à une polémique dépourvue d'intérêt tant la vérité scientifique est évidente, je ne retiendrai que quelques points. Le « C. à *Rh. Hopkinsi* » devient maintenant du Bathonien supérieur. Comme mon Contradicteur ne réfute pas (et pour cause) les trouvailles d'Ammonites typiquement calloviennes juste au-dessus du « Callovien à *Rh. decorata* », on ne peut admettre que deux conclusions : 1. Les faunes admises comme indices dans l'échelle standard du Jurassique européen, se trouvent déjà dans le Bathonien (Le fait serait d'un haut intérêt). - 2. Le Bathonien supérieur chevauche le Callovien inférieur en Haute-Marne. (Je ne pense pas que ce soit à la faveur du remarquable accident tectonique décelé et suivi très exactement sur 89 km, à la compréhension duquel les singuliers contours géologiques de la 3^e édition de la feuille de Nancy au 80.000^e, venant de paraître, n'apportent hélas aucun élément nouveau).

Quant aux arguments d'autorité (et d'Autorités) invoqués avec ceux de nombre, je les trouve irrecevables dans une discussion purement scientifique. Je pourrais pourtant à mon tour solliciter l'avis des ...étudiants de la Sorbonne précédemment appelés contre moi, pour leur faire convenir (je suppose du moins qu'ils l'admettent comme les autres étudiants français, n'ayant jamais vu leur liste de fossiles de Licence) que jusqu'à présent *Macrocephalites macrocephalus* SCHL. caractérise, là où le trouve non remanié, le Callovien inférieur.

Remarque sur le profil stratigraphique :

Entre la région de Martigny et celle de Colombey-les-Belles, il convient de tenir compte d'une extension des « Marnes de Longwy » jusque avant la région de Neufchâteau, en minces lambeaux soit sporadiques, soit continus ; l'amenuisement a été amorcé trop brusquement à hauteur de Colombey, et vu l'échelle du croquis schématique, cette extension était difficilement représentable légèrement plus au S.-O.



BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES
DE
NANCY
(Fondée en 1828)

SIÈGE SOCIAL :
Institut de Zoologie, 30, Rue Sainte-Catherine - NANCY

A PROPOS DE LA NOTION
DE « VOIE NEUROSECRETIOIRE »

PAR

J. BARRY *

Indépendamment du problème de la signification physiologique de la substance neurosécrétoire diencéphalique (notamment de l'hypothèse selon laquelle elle représenterait le substrat des hormones post hypophysaires, en particulier de l'adiurétine), la question se pose de savoir si la « voie neurosécrétoire « hypothalamo-hypophysaire » (BARGMANN, 1949), dont la constance chez les Vertébrés et l'importance fondamentale sont évidemment hors de conteste, est exclusive ou non de toute autre voie.

Cette question ne sera vraisemblablement résolue que très progressivement car de telles voies, si elles existent, ne sauraient avoir l'importance quantitative de la voie majeure hypothalamo-hypophysaire qui a été assez rapidement individualisée depuis les travaux de BARGMANN et son école. En effet, si l'on veut bien remarquer que la technique de Gomori ne révèle pas tant les « fibres » neurosécrétoires que le « produit » de sécrétion qui se déplace le long de ces fibres durant

* Note présentée à la séance du 11 février 1954.

leurs périodes d'activité, la probabilité de mise en évidence d'une voie neurosécrétoire donnée est en raison directe du nombre de ses constituants et de la plus ou moins grande intensité de leur fonctionnement au moment du sacrifice de l'animal étudié. Il se peut que des conjonctures favorables puissent, dans certains cas, faire bénéficier le chercheur de résultats rapides mais, la plupart du temps, la mise en évidence de trajets quantitativement secondaires (dont il se pourrait que le fonctionnement ne soit pas continu dans le temps) nécessitera un patient travail d'inventaire détaillé.

C'est SCHARRER qui, le premier semble-t-il (1951), constata l'existence, chez un Reptile du genre *Thamnophis*, d'une voie neurosécrétoire distincte de la voie hypothalamo-hypophysaire et décrivit des granules Gomori positifs paraissant présenter des images de migration en direction de l'épithalamus et de la commissure palléale postérieure.

Chez les Mammifères, nous avons eu l'occasion d'observer récemment des faits analogues nouveaux dont il nous a été possible de pousser l'analyse un peu plus loin et qui, en particulier, s'ils peuvent être par la suite étendus à d'autres espèces, nous semblent susceptibles de conduire à un certain élargissement des conceptions actuelles sur la destinée et la signification de la substance neurosécrétoire Gomori positive d'origine hypothalamique.

Cette façon particulière de s'attaquer aux problèmes posés par la neurosécrétion hypothalamique ne nous semble pas encore avoir été mise en œuvre jusqu'ici. L'étude des substances neurosécrétoires Gomori positives et l'étude cytologique des cellules neurosécrétoires (dont la topographie est d'ores et déjà assez vaste) constituent d'autres voies d'abord possibles, mais qui paraissent momentanément moins exploitables dans le sens de la synthèse.

*De l'existence de voies neurosécrétoires
hypothalamo-épithalamique et hypothalamo-mésencéphalique
chez la chauve-souris en hibernation*

Au cours d'une étude préliminaire de la neurosécrétion hypothalamique chez des chauves-souris du genre *Rhinolo-*

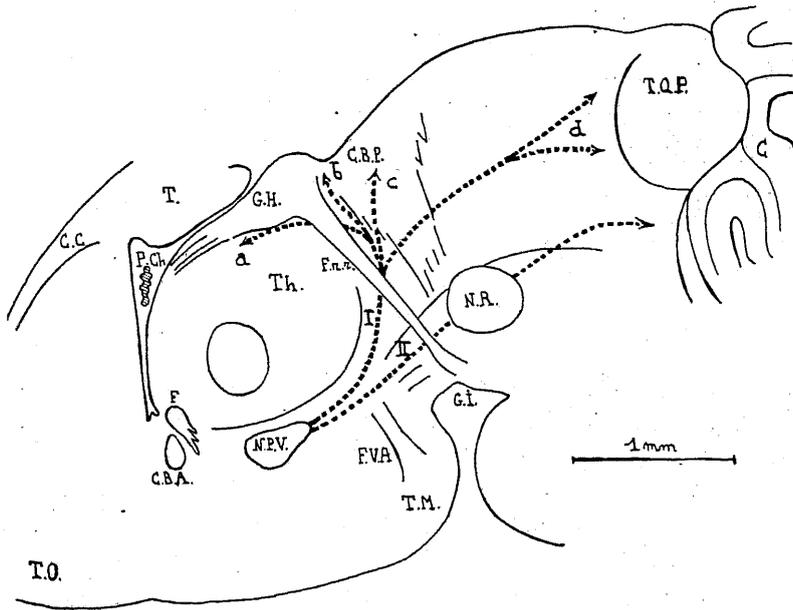
plus, en état d'hibernation, nous avons été frappés par l'intensité des processus neurosécrétoires diencéphalo-hypophysaires, et nous avons pensé que nous disposions là d'un matériel particulièrement favorable à la mise en évidence d'autres voies neurosécrétoires éventuelles. Nous avons recherché systématiquement ces voies sur 6 cerveaux, débités en totalité en coupes sériées frontales ou sagittales, d'épaisseurs variables selon les cas (7,5 microns, 10 et 15 microns) soit deux mille coupes environ. Il nous a été possible, sur ce matériel, d'établir l'existence d'un certain nombre de fibres neurosécrétoires issues des cellules du noyau paraventriculaire et suivant des trajets distincts de ceux des fibres de la voie hypothalamo-hypophysaire.

D'une façon générale, ces fibres neurosécrétoires particulières cheminent initialement (pour les deux premières parties au moins de leur trajet) à l'intérieur de la *grisea centralis* et, plus précisément, de la substance périventriculaire postérieure du diencéphale et de la substance grise périaqueduc-tine, jusqu'à un niveau situé un peu en arrière de l'orifice postérieur de l'aqueduc de Sylvius dans le ventricule rhomboïdal (cf. fig. 1).

Au cours de leur traversée de la substance grise périventriculaire de l'hypothalamus postérieur, elles peuvent entrer en rapports soit avec la partie dorsale de son segment inférieur ou prémamillaire, soit avec son segment postéro supérieur, cependant qu'au cours de leur traversée du mésencéphale, elles passeront dans le voisinage des noyaux de Darkschewitch et des noyaux interstitiels, des noyaux rouges, de la bandelette longitudinale postérieure et des noyaux des 3^e et 4^e paires.

Durant les deux premières parties de leur trajet (première portion antéro postérieure, à peu près horizontale, et seconde portion ascendante) toutes ces fibres cheminent à peu près dans le plan médian ou, plus exactement, dans des plans sagittaux para médians. Toutefois la zone d'union de leurs portions horizontales et ascendantes se situe, selon les cas, dans des plans plus ou moins antérieurs et à des niveaux horizontaux différents.

C'est ainsi que l'on peut distinguer schématiquement un premier contingent de fibres neurosécrétoires (contingent I, fig. 1) à trajectoire antéro postérieure initiale courte, dont



- fig. 1 -

Dessin à la chambre claire de Malassez; Stiassnie monoculaire; obj. 4,4I Reichert \times oc. 1.

CBA: Commissure blanche antérieure — CBP: Commissure blanche postérieure — CC: corps calleux — C: cervelet — F: fornix — FVA: faisceau de Vicq d'Azyr — Frr: faisceaux rétro réflexe de Meynert — GH: ganglion de l'habenula — GI: ganglion interpédonculaire — NPV: noyau paraventriculaire — NR noyau rouge — PCh: plexus choroïdes — T: télencéphale — Th: thalamus — TM: tubercule mamillaire — TO: tubercule olfactif — TQP: tubercules quadrijumeaux postérieurs.

Pour I et II et a, b, c, d, voir le texte.

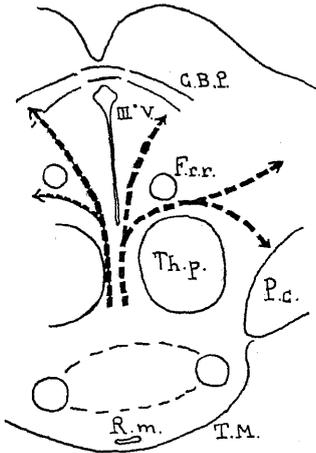
les éléments, parvenus au niveau de la face postérieure du thalamus dans des plans frontaux correspondant grossièrement à la commissure blanche postérieure, montent ensuite en direction de l'épithalamus. Certaines de ces fibres (contingent paraventriculo-épithalamique) se recourbent vers l'avant

et passent légèrement en dessous de la face inféro interne du ganglion de l'habenula (*a*, fig. 1) ou montent en arrière de ce dernier, vers l'épendyme ventriculaire (*b*, fig. 1) ou enfin se dirigent vers la commissure blanche postérieure (*c*, fig. 1). Une autre partie de ces fibres (contingent paraventriculo mésencéphalique) traverse la *grisea centralis* mésencéphalique sur une plus ou moins grande longueur (*d*, fig. 1) à hauteur, à peu près de l'aqueduc de Sylvius dont elles peuvent atteindre ou dépasser l'extrémité postérieure. Un certain nombre de ces fibres (qu'il devient d'ailleurs tout théorique de distinguer du contingent II dont nous parlerons tout à l'heure) se distribuent à la partie inféro interne des tubercules quadrijumeaux postérieurs (fig. 1 et fig. 5). Enfin d'autres fibres peuvent diverger précocement de part et d'autre de la ligne médiane et se diriger vers la périphérie (*e* et *f*, fig. 2) au même titre que certaines fibres du contingent inférieur dont nous allons dire quelques mots maintenant.

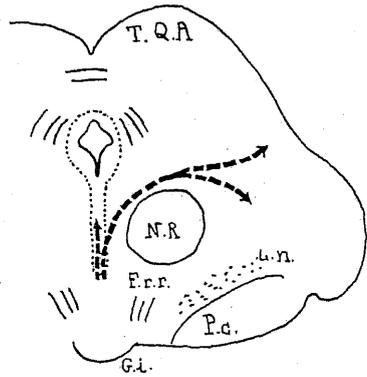
Un second contingent de fibres paraventriculo mésencéphaliques présente un trajet antéro postérieur plus important et progressivement ascendant (II, fig. 1), passe au-dessus des tubercules mamillaires, à la face interne des noyaux rouges (fig. 3), remonte vers la bandelette longitudinale postérieure qu'il dépasse dorsalement (fig. 4), puis suit l'aqueduc de Sylvius. Certaines de ses fibres s'écartent de la ligne médiane à des niveaux divers (fig. 3 et 5), les dernières paraissant se terminer à la partie inféro interne des tubercules quadrijumeaux postérieurs. Quelques-unes cependant se rencontrent encore au niveau de la portion supéro interne des pédoncules cérébelleux supérieurs mais nous n'avons pu, pour l'instant, préciser leur destination.

Les deux contingents que nous venons de distinguer pour la seule commodité de l'exposé ne sont pas, en réalité, séparés mais représentent seulement des trajets extrêmes entre lesquels existent tous les intermédiaires. C'est, au fond, par rapport à la *grisea centralis* qu'il importe de les situer.

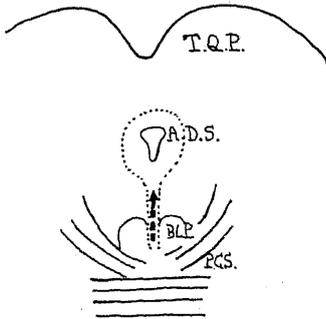
Au point de vue morphologique, ces fibres neurosécrétoires se présentent, la plupart du temps, sous forme de gouttelettes, plus ou moins nombreuses mais très visibles et reliées



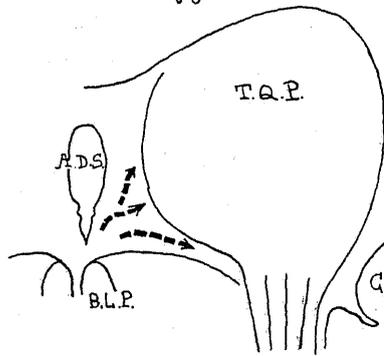
- fig 2 -



- fig 3 -



- fig 4 -



- fig 5 -

Dessin comme pour la figure 1.

RM: recessus mamillaire de III^e ventricule (III^e V) — PC: pédoncule cérébral — Th p.: partie postérieure des couches optiques — TQA: tubercules quadrijumeaux antérieurs — Ln: locus niger — ADS: aqueduc de Sylvius — BLP: bandelette longitudinale postérieure.

Pour les autres abréviations, se reporter à la légende de la figure 1. Le contour de la grisea centralis est indiqué par le pointillé fin (fig. 3 et 4). Les trajets neurosécrétoires sont représentés par les tirets épais.

par de fins tractus. Parfois ces gouttelettes sont assez volumineuses, irrégulières et rapprochées, et dessinent de courts trajets sinueux; d'autres fois elles sont plus fines, arrondies et régulièrement espacées sur d'assez grandes distances. Dans d'autres cas enfin (notamment pour certaines fibres péri aqueductines situées dans les 2/3 antérieurs du mésencéphale), on se trouve en présence de très fins trajets Gomori positifs à structure ténue et dont l'étude précise (et parfois le diagnostic) ne peut se faire qu'à l'immersion.

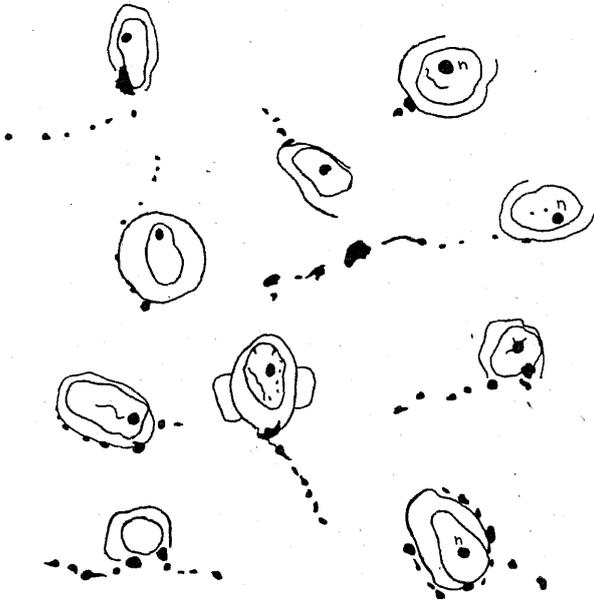
Les observations que nous venons de rapporter posent un certain nombre de problèmes, notamment celui du lieu et du mode de terminaison des fibres neurosécrétoires en question et celui de leur signification physiologique.

D'après les données qui paraissent bien établies dans le cas de la voie hypothalamo-hypophysaire, les fibres neurosécrétoires peuvent se terminer soit au niveau de l'épendyme du 3^e ventricule, notamment de l'épendyme infundibulaire (hydrencéphalocrinie de substance Gomori positive), soit au niveau des capillaires du lobe postérieur (hémocrinie de substance Gomori positive). Dans le cas des fibres neurosécrétoires de la voie paraventriculo-mésencéphalique et de la voie paraventriculo-épthalamique, il ne semble pas, jusqu'à plus ample informé, qu'il y ait lieu de retenir l'hypothèse de terminaisons péricapillaires avec hémocrinie. Nous n'avons pas davantage observé d'indices directs d'hydrencéphalocrinie mais certains signes indirects, de même que des observations effectuées dans d'autres régions et sur lesquelles nous reviendrons prochainement, nous conduisent à considérer un tel mode de terminaison sécrétoire comme probable.

Par contre nous pensons pouvoir affirmer l'existence de terminaisons particulières, péri-nerveuses, correspondant à de véritables « synapses neurosécrétoires », synapses comprenant, à titre d'élément afférent, l'extrémité d'un neurite (ou d'une collatérale de neurite) vecteur de substance neurosécrétoire et, à titre d'élément efférent, une cellule nerveuse généralement de type végétatif (voir fig. 6).

Nous avons observé ces modes de terminaison au niveau d'un certain nombre de fibres s'écartant de la ligne médiane à différents niveaux antéro-postérieurs (voir fig. 1, 2, 3 et 5).

Il n'est pas exclu que des terminaisons de même ordre existent en divers points des trajets neurosécrétoires que nous avons décrits, soit qu'il s'agisse de terminaisons vraies de neurites, soit qu'il s'agisse seulement de terminaisons de collatérales neuritiques émises en cours de trajet (certaines fibres neurosécrétoires présentent en effet des images incontestables de ramifications collatérales).



— fig 6 —

Images de « synapses neurosécrétoires ». Dessins à la chambre claire de Malassez; monoculaire Stiasnie; obj. imm. 1/12 X oc. 10.

Bien entendu, et c'est là la conséquence d'une des faiblesses déjà signalées de la technique de Gomori, toute image de « terminaison neurosécrétoire » peut, en principe et dans un pourcentage indéterminé de cas, être illusoire et traduire seulement une vue statique prise sur un processus dynamique discontinu d'écoulement de substances neurosécrétoire ou en d'autres termes, sans qu'il y ait d'ailleurs là aucun ar-

tefact, correspondre en fait au début d'un segment de fibre neurosécrétoire dépourvu de produit de sécrétion et faisant suite à un segment qui en renferme. Nous pensons toutefois que des observations de détail et un nombre suffisant de recoupements permettront de préciser, sans risques d'erreur notables, les lieux et modes de terminaison réels des fibres en question dont un certain nombre paraissent, d'ores et déjà, être du type « synapses neurosécrétoires ».

On pourrait évidemment opposer à la description précédente un certain nombre d'objections, notamment que ces fibres neurosécrétoires ont un trajet inverse de celui que nous avons admis, ou bien qu'elles sont issues de cellules distinctes de celles des noyaux paraventriculaires ou supraoptiques (cellules dont il faudrait alors rechercher la situation) ou, enfin, qu'elles ont la signification de dendrites et non de « neurites ».

Nous ne discuterons pas ces objections qui, recevables d'un point de vue purement formel, n'ont pas à être prises en considération pratiquement, c'est-à-dire tant qu'elles ne seront pas fondées sur des faits précis.

Quant à la signification fonctionnelle des fibres neurosécrétoires que nous avons découvertes elle ne peut évidemment faire l'objet, actuellement, d'aucune hypothèse précise.

Un point peut être cependant considéré comme très probable, à savoir qu'elles véhiculent la même « substance de Gomori » que les fibres de la voie hypothalamo-hypophysaire.

Dans ces conditions, il semble qu'on doive soit incliner pour la thèse qui considère cette substance comme ayant la signification d'un véritable « intermédiaire chimique » (thèse à laquelle nos observations sont évidemment favorables) soit, si on désire conserver l'hypothèse de l'identité entre substance de Gomori et principes post hypophysaires, admettre que ces principes peuvent présenter des effets physiologiques différents en fonction de la voie particulière selon laquelle ils se manifestent (voie hémocrine, voie hydrencéphalocrine, voie de « synapse neurosécrétoire »).

Nous voudrions en terminant, après avoir signalé au passage certaines déficiences de la technique de Gomori, insister sur l'avantage qu'elle présente dans le cas précis de nos re-

cherches. Nous ne pensons pas en effet que les techniques classiques de neurohistologie, notamment les imprégnations argentiques, auraient pu permettre la mise en évidence des trajets que nous venons de décrire car ils auraient été confondus avec quantité d'autres dont les cheminements sont plus ou moins voisins. C'est donc la relative sélectivité de la technique de Gomori qui, dans le cas particulier, a rendu possible leur individualisation.

En résumé, il existe, chez la chauve-souris en état d'hibernation, des fibres neurosécrétoires d'origine paraventriculaire se dirigeant d'une part vers l'épithalamus et la commissure blanche postérieure, d'autre part vers le mésencéphale dans lequel elles paraissent se terminer à des niveaux divers. Ces fibres, qui dans la majeure partie de leur trajet sont situées à l'intérieur de la *grisea centralis*, véhiculent la même « substance de Gomori » que les fibres de la voie hypothalamo-hypophysaire, ce qui semble leur conférer un intérêt certain du point de vue théorique. Bien qu'elles représentent, quantitativement, un contingent beaucoup moins important que le contingent hypothalamo-hypophysaire, il est possible de raccorder les portions successives qui les composent et de reconstituer avec quelque sécurité le trajet de la majorité d'entre elles. La topographie très particulière de ces trajets paraît peut compatible avec l'hypothèse, actuellement en faveur, de l'identité de la substance neurosécrétoire avec les principes post hypophysaires, notamment avec l'adiurétine.

(Section de Neuro-Endocrinologie du Laboratoire d'Histologie
de la Faculté de Médecine de Nancy.)

**PRÉSENCE DE SUBSTANCE GOMORI-POSITIVE
AU NIVEAU DU SYSTÈME NERVEUX VÉGÉTATIF
PÉRIPHÉRIQUE EXTRA ET INTRAVISCÉRAL
CHEZ QUELQUES TÉLÉOSTÉENS**

PAR

Christian DA LAGE

I. — INTRODUCTION

La connaissance de la présence de granules colorables dans les neurones périphériques n'est pas nouvelle. Déjà MARI-NECO, en 1904, en avait fourni une description détaillée, sans préjuger d'ailleurs de leur signification.

Ce n'est que trente ans plus tard que, sous l'influence prépondérante des travaux de SCHARRER sur l'activité sécrétoire de certains éléments du système nerveux central, s'est dégagée parallèlement la notion d'une neurosécrétion périphérique.

ROUSSY et MOSINGER, en 1937, considèrent comme un phénomène de neuricrinie la présence de granulations éosinophiles dans les neurones de la chaîne sympathique latéro-vertébrale de l'Homme.

La même année, ITO et NAGAHIRO publient le résultat de leurs recherches cytologiques sur les cellules ganglionnaires intramurales de l'intestin du Rat; ils décrivent en détail leurs inclusions cytoplasmiques et nucléaires et les interprètent, au moins à titre d'hypothèse, comme une manifestation neurosécrétoire.

R. GAUPP, en 1937 (1) et 1939, prend nettement position dans ce sens en homologuant les phénomènes sécrétoires dans les ganglions sympathiques cervicaux, thoraciques et abdominaux de l'Homme à ceux déjà décrits par SCHARRER et GAUPP (1933) au niveau du diencéphale.

(1) Publié en 1938.

Tout en n'adoptant pas intégralement les conclusions de GAUPP, HERZOG (1938) affirme également la réalité de ces phénomènes au niveau du système nerveux périphérique chez l'Homme, le Chien, le Chat et le Lapin.

En 1946, LENNETTE et SCHARRER apportent des observations similaires pour les ganglions autonomes péricapsulaires du Singe *Macaca mulatta*.

Enfin, plus récemment, EICHNER (1951) chez le Hamster, puis PICARD et Mme CHAMBOST (1952) chez l'Homme et le Cheval, ont mis en évidence des cellules neurosécrétrices dans les ganglions sympathiques intrasurrénaux. EICHNER a d'ailleurs pu, en 1952, étendre ses observations aux ganglions sympathiques du Cobaye, du Rat et du Chat.

Rappelons en outre que, dès 1943, COUJARD admettait la valeur neurosécrétoire des cellules interstitielles du sympathique terminal.

La plupart de ces travaux furent exécutés avant l'introduction par BARGMANN (1949) de la méthode de Gomori à l'hématoxyline chromique-phloxine ; on sait que cette dernière colore électivement diverses substances d'origine neurosécrétoire, tant chez les Vertébrés que chez certains Invertébrés (Arthropodes). Quant à son application au cas particulier des cellules ganglionnaires intrasurrénales des Mammifères, elle n'a pratiquement fourni jusqu'à présent que des résultats négatifs [exception faite pour quelques rares cellules chez le Cheval, après fixation au Regaud (PICARD et CHAMBOST)].

Cette note préliminaire apporte quelques données positives obtenues par l'emploi de cette même méthode chez des Vertébrés Inférieurs, en l'espèce des Poissons Téléostéens.

II. — MATÉRIEL ET TECHNIQUE

L'étude a porté simultanément sur des Téléostéens d'eau douce et d'eau de mer, appartenant aux huit espèces suivantes (1) :

(1) Les animaux d'eau douce proviennent de cours d'eau ou d'étangs de Meurthe-et-Moselle et de Haute-Saône ; les autres ont été récoltés lors de séjours effectués à Luc-sur-Mer, Roscoff et Arcachon.

dulcicoles : — *Gasterosteus aculeatus* L.
— *Pygosteus pungitius* L.
— *Ameiurus nebulosus* Lesueur
— *Tinca vulgaris* Cuv.

maricoles : — *Hippocampus brevisrostris* Cuv.
— *Trachinus vipera* Cuv. et Val.
— *Lepadogaster Gouani* Lacép.
— *Spinachia vulgaris* Fleming

Il s'agit d'individus des deux sexes et d'âge varié, capturés à diverses époques de l'année, mais généralement en dehors de la période de reproduction.

Les animaux ont été sacrifiés par décapitation et leurs viscères prélevés et fixés dans les meilleures conditions de fraîcheur. Le but initial de ce prélèvement était le simple contrôle du sexe et du stade de la gamétogénèse. A cet effet, le tractus uro-génital était, soit prélevé en masse et immergé aussitôt dans le fixateur, soit fixé *in situ* avec les autres organes de la cavité générale; dans ce cas, il était prélevé secondairement avec les quelques fragments de ceux-ci qui lui adhéraient trop étroitement pour pouvoir en être séparés sans dommages. C'est grâce à ce détail que l'attention a été tout d'abord attirée sur les formations nerveuses extra-génitales. Ultérieurement, à la suite de ces premières observations, on a pris l'habitude de fixer systématiquement l'ensemble des viscères *in situ* et de les inclure appendus en bloc à la paroi dorsale, sans remaniements secondaires.

Toutes les pièces ont été fixées au Bouin pendant 24 heures. Après inclusion à la paraffine, elles ont été débitées en coupes sériées à 7,5 μ et colorées suivant les méthodes de Masson (trichrome) et de Gomori (hématoxyline chromique-phloxine).

III. — RÉSULTATS

Bien que l'essentiel de ce travail ait été effectué chez *Pygosteus*, dont la petite taille a permis l'étude des organes en place, les autres espèces ont montré des aspects tout à fait

comparables, aux variantes près dans les détails morphologiques.

1. *Organes inventoriés*

Les observations ont porté sur les éléments anatomiques suivants :

- tube digestif (estomac, intestin, région anale);
- mésentère;
- foie et voies biliaires (canaux, vésicule, cholédoque);
- pancréas et voies excrétrices;
- vessie natatoire (et éventuellement canal pneumatique);
- reins et voies excrétrices;
- gonades et voies génitales.

2. *Caractères généraux de la Gomori-positivité*

Pour des raisons de pure commodité, les cellules nerveuses et leurs fibres seront décrites successivement.

A) *Cellules.*

Un grand nombre des neurones rencontrés hors du névraxe sur les préparations présentent, à des degrés divers, une réaction Gomori-positive. Leur cytoplasme offre une structure très finement granuleuse, parfois vacuolaire, et colorée assez uniformément en gris-bleuté. Cet aspect est général en ce qui concerne les neurones extraviscéraux, que ceux-ci participent en nombre à la constitution des plexus nerveux, ou qu'ils soient disséminés sur le trajet des nerfs

FIG. 1.

En haut: Faisceau de fibres Gomori-positives dans un ovaire de *Pygosteus* en voie de maturation.

C. ov., cytoplasme ovocytaire; *Ep. f.*, épithélium folliculaire; *F. G. p.*, fibres Gomori-positives; *z. p.*, zone pellucide.

(Bouin; hématoxyline chromique - phloxine).

FIG. 2.

En bas: Même ovaire que ci-dessus, même technique. Fibres et terminaison foliacée Gomori-positives dans la capsule de l'organe.

C., capsule ovarienne; *C. ov.*, cytoplasme ovocytaire; *F. G. p.*, fibres Gomori-positives; *O. j.*, ovocyte jeune; *T. f.*, terminaison foliacée.

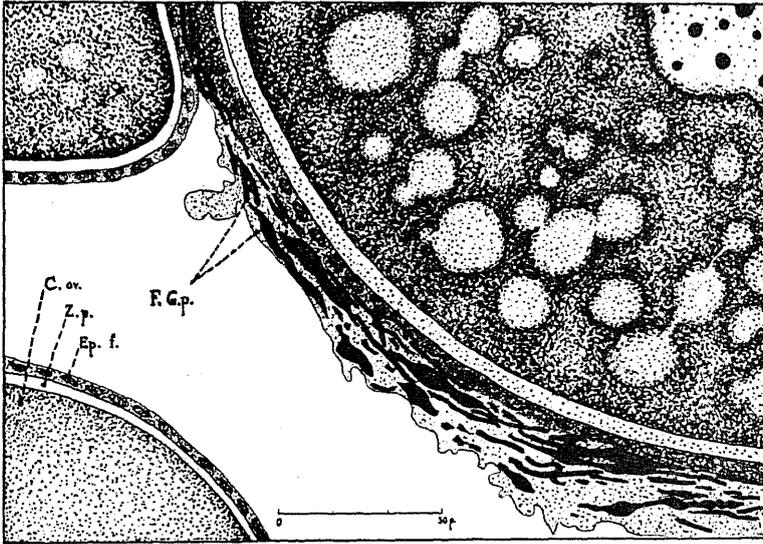


FIG. 1.

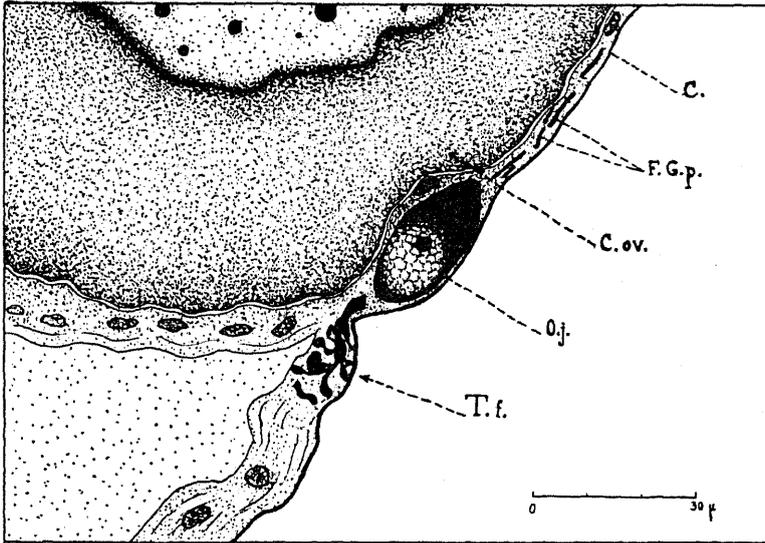


FIG. 2.

qui en émanent à destination des viscères. Il caractérise également les neurones intraviscéraux, isolés ou groupés en microganglions, qui disposent d'un espace suffisamment confortable, comme c'est le cas par exemple au niveau du chorium lâche qui avoisine les sphincters pylorique et anal, ainsi qu'au niveau du plexus sous-muqueux de Meissner.

Assez différent, au contraire, apparaît l'aspect des neurones intraviscéraux comprimés par les éléments voisins. Le cas le plus caractéristique est celui des cellules qui constituent le plexus myentérique d'Auerbach. Logées à l'étroit parmi les fibres de la musculuse (le plus souvent à la limite des couches circulaires interne et longitudinale externe), et généralement allongées dans le sens longitudinal, elles présentent plusieurs aspects : les plus petites ont une forme approximativement triangulaire et possèdent un noyau arrondi ; d'autres, de forme ovoïde, sont plus volumineuses et leur noyau est allongé ; d'autres enfin sont très fusiformes, le rapport de leur épaisseur à leur longueur pouvant aller de 1 à 8 ; leur noyau est considérablement étiré. Il apparaît comme une grosse vacuole chromophile allongée au centre d'un magma cytoplasmique fortement Gomori-positif ; le nucléole phloxinophile y est cependant encore discernable.

Sigalons deux particularités morphologiques intéressantes : certains de ces neurones, surtout ceux de petite taille, présentent assez fréquemment une disposition bigémisée, les deux cellules étant accolées par leur base et les deux axones s'en éloignant dans des directions opposées ; par ailleurs, il n'est pas rare de rencontrer des cellules binucléées, les deux noyaux présentant parfois l'aspect de flammes de bougie opposées par leur pointe ; il existe toutes les formes de transition entre le noyau unique simplement étiré et les deux noyaux arrondis nettement séparés.

Ces deux sortes d'images rappellent les figures habituelles de division cellulaire amitotique. Elles suggèrent d'autant plus volontiers ce phénomène que certains de ces grands neurones, fortement teintés, offrent un aspect dégénératif qui peut être interprété comme le témoin, sinon d'une véritable fonte holocrine, du moins d'une élaboration et d'une excrétion très actives de substance Gomori-positive, laquelle peut parfois

être suivie sur une assez grande distance le long de l'axone. Le remplacement régulier de cellules généralement considérées comme pérennes trouverait ici son explication dans l'épuisement de certaines d'entre elles au terme d'une activité sécrétoire particulièrement intense. (Ces images sont remarquablement nettes dans la paroi intestinale de *Pygosteus*).

B) *Fibres.*

Il s'agit toujours de fibres amyéliniques, dont la nature nerveuse peut être affirmée du fait de leur continuité, fréquemment observée, avec des corps cellulaires indiscutablement neuronaux.

On en distingue deux sortes suivant leur diamètre et leur affinité pour l'hématoxyline chromique.

a) Des fibres fines, de teinte bleu-noir: elles ont un diamètre variable, parfois à peine visible, mais sensiblement constant pour une même espèce. Il semble que la plupart, sinon la totalité d'entre elles, soient exogènes, provenant par exemple des cellules ganglionnaires des plexus extraviscéraux. Elles peuvent aborder les divers organes en empruntant le trajet de nerfs bien individualisés, mais le contingent Gomori-positif ne représente alors qu'une fraction des fibres qui les composent. Elles peuvent également envahir les organes en cheminant dans l'adventice des vaisseaux. Au niveau des viscères, on les rencontre en assez grande abondance dans le conjonctif, capsule ou adventice, qui les enveloppe.

Divers arguments s'opposent à ce que ces images puissent être considérées comme des artéfacts dus à l'adsorption d'hématoxyline chromique par des fibres non nerveuses (de réticuline, par exemple): d'abord la présence de fibres Gomori-positives au sein de nerfs globalement Gomori-négatifs; leur distribution non homogène, par faisceaux, dans l'adventice des organes; leur coloration par le glychémalun et la fuchsine acide, mais non par le bleu d'aniline et le vert lumière, colorants habituels du tissu conjonctif dans la méthode de MASSON.

Au niveau des parois viscérales, elles présentent fréquemment des varicosités et s'y terminent en assez grand nombre

à proximité du parenchyme propre, sous forme de massues ou d'arborisations toujours fortement Gomori-positives.

La figure 2 présente une de ces terminaisons foliacées dans la capsule d'un ovaire de *Pygosteus*, au voisinage d'un ovocyte jeune. Dans ce même ovaire, on note la pénétration de paquets de très fines fibres, colorées en bleu presque noir, s'insinuant entre les ovocytes, appliquées contre l'épithélium folliculaire qui entoure ceux-ci (figure 1). Certaines d'entre elles offrent par endroits des renflements assez notables, de teinte plus claire. Une pénétration analogue s'observe parmi les tubes séminipares du testicule du Poisson-Chat. Des terminaisons isolées, tant au contact des éléments germinaux qu'interstitiels, n'ont pas été rencontrés jusqu'à présent. Par contre, il en existe en abondance au voisinage des sphincters digestifs de *Pygosteus*, ainsi qu'au contact de l'épithélium des villosités intestinales de *Lepadogaster*, sous forme de massues fortement colorées.

En outre, un curieux organite sphéroïde, d'un diamètre de 60 μ environ, centré par une artériole, a été rencontré dans l'ovaire de *Pygosteus*, à une faible distance de la paroi dorsale de sa gangue conjonctivo-musculaire; il figure une sorte de « névrome », constitué par le rassemblement et le pelotonnement d'un certain nombre de fibres distinctes, grossièrement variqueuses à leur terminaison. Au milieu de celles-ci se trouvent quelques cellules d'apparence conjonctive ou schwannienne, prenant légèrement le vert lumière par la méthode de Masson et sur la nature desquelles il n'est guère possible de se prononcer d'une façon définitive, eu égard aux méthodes utilisées. L'artériole centrale n'y émet pas de collatérales, mais son adventice est pourvue de quelques fibres Gomori-positives. L'ensemble, qui ne paraît pas encapsulé, pourrait évoquer un de ces corpuscules sensitifs tels que DUPERROY (1953) en a décrits au niveau du col utérin chez la Femme.

b) Des fibres épaisses, de teinte gris-mauve et de calibre très variable. Elles sont particulièrement nettes dans la paroi de l'intestin et de la vessie natatoire de *Pygosteus*. Elles paraissent être exclusivement endogènes et représentent probablement les prolongements des cellules ganglionnaires

intramurales. Leurs nombreuses et importantes variations de calibre semblent dues à l'écoulement, le long de l'axone, d'une substance très finement granuleuse et vacuolaire, analogue à celle déjà signalée dans les péricaryons du plexus d'Auerbach. Leur mode de terminaison n'a pu être précisé.

IV. — DISCUSSION ET CONCLUSIONS

1. *Interprétation de la Gomori-positivité*

Les résultats rapportés ici sont encore très fragmentaires et demandent à être vérifiés et complétés chez d'autres espèces.

Cependant, il paraît intéressant de signaler la positivité de la « réaction » de Gomori au niveau du système nerveux périphérique d'animaux situés tout en bas de l'échelle des Vertébrés. La question se pose, en effet, de savoir pourquoi elle réussit chez les Poissons là où elle échoue chez les Mammifères. On ne peut, pour l'instant, émettre que des hypothèses d'ailleurs nullement exclusives les unes des autres :

a) La méthode de Gomori n'est vraiment élective d'une neurosécrétion authentique que chez les Vertébrés supérieurs, sa spécificité décroissant parallèlement à la simplification zoologique. Dans ce cas, la substance colorable ne représenterait qu'un constituant banal du tissu nerveux, voire d'autres tissus; effectivement, les préparations sont moins nettes, plus empâtées chez les Poissons, de nombreux éléments neuro-somatiques, parfois même non nerveux, retenant l'hématoxyline chromique. Mais comment expliquer alors la dualité tinctoriale des fibres préviscérales ?

b) La neurosécrétion périphérique est un phénomène général, mais les substances sécrétées n'ont pas exactement la même nature physico-chimique suivant les groupes.

c) La méthode de Gomori est capable de mettre en évidence, au moins dans le cas des Poissons, une substance sécrétée par certains éléments du système nerveux périphérique et qui, sans être à proprement parler une hormone (au sens strict d'un excitant à distance), s'en rapprocherait, comme par exemple un intermédiaire chimique ou son support.

Divers arguments plaident en faveur de cette interprétation, notamment :

— l'absence de vascularisation particulière aux lieux de déversement éventuels de la substance sécrétoire, c'est-à-dire au niveau des neurites et de leurs terminaisons, ce qui implique nécessairement l'idée d'une action de voisinage.

— la diversité des organes intéressés par cette innervation Gomori-positive: il est difficile d'admettre qu'une même hormone puisse être l'excitant spécifique d'éléments aussi différents que la musculature lisse et les glandes génitales, par exemple.

2. *Considérations physiologiques*

Ces terminaisons nerveuses, notamment les arborisations foliacées, posent d'emblée le problème de leur signification fonctionnelle. Il ne semble pas possible, sur la base de ces simples aspects morphologiques, d'affirmer leur nature sensitive ou effectrice. Seules des données histophysiologiques permettront de préciser cette importante question. Notons simplement que la coloration simultanée de ces deux sortes de terminaisons ne s'opposerait pas à la conception d'un intermédiaire chimique, les substances de ce groupe étant connues pour être très largement réparties dans l'organisme des Poissons. Notons également que la morphologie peut tout de même fournir des arguments présomptifs. A cet égard, les résultats rapportés ici sont à rapprocher de ceux publiés par NONIDÉZ et HARE (1942); ces auteurs ont montré que le degré d'imprégnation argentique des fibres nerveuses par la méthode de NONIDÉZ varie suivant leur nature: faible pour les fibres motrices postganglionnaires, forte pour les fibres sensibles ou motrices préganglionnaires.

Néanmoins, réserve faite d'une éventuelle innervation sensitive, la plupart de ces fibres Gomori-positives paraissent, de par leur localisation anatomique, avoir un rôle effecteur: que puisse être ainsi assurée, par exemple, la régulation de la motricité végétative, y compris la vaso-motricité, ne soulèverait pas d'objection majeure, la différence d'avec la conception classique consistant simplement en ce que la substan-

ce active ne serait pas localisée aux seules zones synaptiques, mais à la totalité du neurone.

Signalons l'intérêt tout spécial que revêt une telle innervation au niveau des gonades. Outre celui de son intervention éventuelle dans la maturation sexuelle, soit par une action trophique directe sur les éléments germinaux, soit par l'intermédiaire du tissu endocrine, il y a tout lieu de penser que les variations saisonnières considérables auxquelles est soumis l'appareil génital des Poissons doivent se traduire par des modifications histophysiologiques appréciables en ce qui concerne cette Gomori-positivité.

3. Conclusions

Ces observations apportent des arguments morphologiques nouveaux à l'appui de la neurosécrétion périphérique; mais elles conduisent à écarter, au moins dans le cas des Poissons, l'interprétation trop étroite du caractère hormonal strict de la substance Gomori-positive et de son assimilation systématique à celle qu'élaborent certains noyaux hypothalamiques, qui est acheminée secondairement en majeure partie vers la neurohypophyse et qui, du reste, ne représente pas la totalité de la neurosécrétion diencéphalique.

On comprendrait mal, en effet, la raison de la présence, au sein de la plupart des viscères, d'une telle substance, dont l'abondance a pu être, à un moment donné, considérée comme proportionnelle à l'activité pharmacodynamique des principes dits « post-hypophysaires » (antidiurétique, ocytotique et hypertenseur). On sait aujourd'hui que, bien que la concordance existe effectivement *grosso modo*, ce parallélisme n'est qu'apparent (HILD et ZETLER, 1953).

C'est pourquoi il semble à présent difficile, en raison de son caractère devenu trop équivoque, d'appliquer à toute substance Gomori-positive le terme de « substance de Gomori » qui lui avait été attribué primitivement.

Enfin, si l'hypothèse d'un intermédiaire chimique se confirme dans l'avenir, il conviendra de classer parmi les processus neurosécrétoires vrais l'élaboration de ces neuro-hormones à action locale, la Gomori-positivité pouvant être, dans

certains cas, considérée comme un dénominateur morphologique commun à ces deux ordres de phénomènes.

RÉSUMÉ

Le groupe des Téléostéens a été abordé sous l'angle de la neurosécrétion périphérique. Des résultats positifs ont été obtenus par l'emploi de la méthode de Gomori: ils suggèrent une action endocrinienne du système nerveux dans la régulation des principales fonctions végétatives.

(Section de Neuro-endocrinologie du Laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine de Nancy.)

BIBLIOGRAPHIE

- BARGMANN (W.). — Ueber die neurosekretorische Verknüpfung von Hypothalamus und Hypophyse. *Klin. Wschr.*, 1949, 27, 617-622.
- Ueber die neurosekretorische Verknüpfung von Hypothalamus und Neurohypophyse. *Z. Zellforsch.*, 1949, 34, 610-634.
- COUJARD (R.). — Le rôle du sympathique dans les actions hormonales. *Bull. biol. Fr. Belg.*, 1943, 77, 120-223.
- DUPERROY (G.). — L'innervation du col utérin chez la femme. *C. R. Soc. Biol.*, 1953, 147, 920-921.
- EICHNER (D.). — Zur Frage der Neurosekretion der Ganglienzellen des Nebennierenmarkes. *Z. Zellforsch.*, 1951, 36, 293-297.
- Zur Frage der Neurosekretion in den Ganglienzellen des Grenzstranges. *Z. Zellforsch.*, 1952, 37, 274-280.
- GAUPP jr. (R.). — Die Neurosekretion des Sympathicus. *Z. ges. Neurol. Psychiat.*, 1938, 160, 357-360.
- Die morphologischen Grundlagen zur Theorie einer Neurosekretion des vegetativen Systems. *Z. ges. Neurol. Psychiat.*, 1939, 165, 273-278.
- GOMORI (G.). — Observations with differential stains on human islets of Langerhans. *Am. J. Path.*, 1941, 395-406.
- HERZOG (E.). — Zur Frage des Pigmentes und einer möglichen Neurosekretion in den sympathischen Ganglien. *Beitr. path. Anat.*, 1938, 101, 390-409.
- HILD (W.), ZETLER (G.). — Ueber die Funktion des Neurosekrets im Zwischenhirn-Neurohypophysensystem als Trägersubstanz für Vasopressin, Adiu-retin und Oxytocin. *Z. ges. exp. Med.*, 1953, 120, 236-243.
- ITO (T.), NAGAHIRO (K.). — Zytologische Untersuchungen über die intramuralen Ganglienzellen des Verdauungstraktes. Ueber die Ganglienzellen der Darmwand der Ratte, mit besonderer Berücksichtigung auf die Sekretkörnchen ähnlichen Granula in den intramuralen Ganglienzellen. *Okajima's Folia anat. jap.*, 1937, 15, 609-634.
- LENNETTE (E.-H.), SCHARRER (E.). — Neurosecretion. IX. Cytoplasmic inclusions in peripheral autonomic ganglion cells of the monkey. *Anat. Rec.*, 1946, 94, 85-92.

- MARINESCO (G.). — Recherches sur les granulations et les corpuscules colorables des cellules du système nerveux central et périphérique. *Z. allg. Physiol.*, 1904, 3, 1-21.
- NONIDEZ (J.-F.), HARE (K.). — Experimental verification of the differences in the argyrophilia of sympathetic postganglionics and of other nerve fibers. *J. comp. Neurol.*, 1942, 76, 91-117.
- PICARD (D.), CHAMBOST (G.). — Neurosécrétion dans les amas ganglionnaires sympathiques intrasurrénaux. *C. R. Soc. Biol.*, 1952, 146, 1222-1223.
- La neurosécrétion dans les amas ganglionnaires sympathiques intrasurrénaux. *C. R. Assoc. Anat.*, 1953, 72, 167-173.
- ROUSSY (G.), MOSINGER (M.). — Sur la présence de granulations éosinophiles et de granulations de mélanine dans les ganglions sympathiques latéro-vertébraux. *C. R. Soc. Biol.*, 1937, 126, 1066-1067.
- *Traité de neuro-endoocrinologie*. Paris, Masson, 1946.
- SCHARRER (E.), GAUPP (R.). — Neuere Befunde am Nucleus supraopticus und Nucleus paraventricularis den Menschen. *Z. ges. Neurol. Psychiat.*, 1933, 148, 766-772.

Discussion

A propos des communications de MM. BARRY et DA LAGE, M. R. COLLIN fait observer ce qui suit :

La question sous-jacente aux communications que nous venons d'entendre est celle de la signification physiologique de la substance de Gomori, qui reste encore assez mystérieuse.

1° La description par BARGMANN et son école, en 1949, de la voie neurosécrétoire hypothalamo-hypophysaire, avait pu laisser croire, au début, que le matériel histologiquement coloré en bleu foncé par l'hématoxyline chromique-phloxine représentait la substance active de la posthypophyse avec ses trois principes classiques: antidiurétique, ocytocique et presseur. Or des expériences qui semblent décisives s'opposent à cette manière de voir. En particulier un certain nombre d'auteurs ont montré que la substance colorable par le procédé de Gomori était soluble dans l'alcool et pouvait être enlevée de la neurohypophyse fraîche par cet agent. Dans ces conditions, les extraits obtenus des pièces, après un séjour dans l'alcool, conservent leur activité physiologique. Il n'y a donc pas identité entre neurosécrétion Gomori-positive et hormones posthypophysaires. HILD et ZETLER (1953) admettent cependant que la neurosécrétion colorable par l'hématoxyline chromi-

que est le véhicule des hormones du système diencéphalo-neurohypophysaire.

2° Un travail récent (1953), dû à WINGSTRAND (de Lund) (1), montre d'une façon frappante la non-identité de la neurosécrétion Gomori-positive et de l'hormone antidiurétique. Cet auteur a étudié chez des embryons de Poulet, de race Leghorn, l'apparition et le développement dans le diencéphale de la substance de Gomori, corrélativement aux manifestations de l'activité antidiurétique, celle-ci étant évaluée par le test du Crapaud, qui augmente de poids sous l'influence des extraits renfermant de l'adiurétine.

Or WINGSTRAND a montré, entr' autres, deux faits de la plus haute importance.

a) en ce qui concerne la voie diencéphalo-neurohypophysaire, l'activité antidiurétique apparaît à partir du 10° jour de l'incubation ou plus, alors que la substance de Gomori n'est histologiquement décelable que le 13° ou le 14° jour de l'incubation.

b) dans l'organe sous-commissural qui, vous le savez, a été bien étudié par notre collègue E. LEGAIT, il y a quelques années, les cellules épendymaires élaborent de la substance de Gomori à partir du 6° jour de l'incubation.

Or, les extraits d'organe sous-commissural ne contiennent pas d'hormone antidiurétique, en dépit de la haute teneur des cellules épendymaires en substance Gomori-positive.

Ces résultats, joints à ceux qui ont été présentés aujourd'hui par MM. BARRY et DA LAGE, montrent que le problème de la neurosécrétion Gomori-positive débordé d'une part le cadre topographique étroit du secteur diencéphalo-neurohypophysaire. D'autre part, il paraît avéré que la substance de Gomori n'a rien de commun chimiquement et physiologiquement avec les hormones connues à ce jour.

Enfin la présence de neurones Gomori-positifs en dehors du système nerveux central nous éloigne de l'idée d'une spécificité d'action étroite et suggère l'hypothèse de travail que

(1) WINGSTRAND, K. G. (1953). — Neurosecretion and antidiuretic activity in chick embryos with remarks on the subcommissural organ. *Arkiv. för Zoologi*, 2, 6, n° 2.

la neurosécrétion Gomori-positive pourrait être un intermédiaire chimique de signification encore inconnue.

Dans cette conjoncture, il y a lieu d'espérer que les nombreuses obscurités, qui environnent encore le problème de la neurosécrétion Gomori-positive, se dissiperont d'ici quelques mois — ou quelques années — grâce à l'effort de quelques dizaines de chercheurs qui, dans le monde entier, se sont attachés à sa solution.

M. LEGAIT. — Un certain nombre de terminaisons nerveuses (terminaisons foliacées, rubanées) que vient de montrer M. DA LAGE sur ses microphotographies, évoquent l'idée de terminaisons réceptrices. Quelques-unes d'entre elles au même titre que diverses terminaisons réceptrices certaines, sont engainées par cette substance neuro-hormonale que M. DA LAGE colore par la méthode de gomori et qu'il interprète comme étant peut-être un médiateur chimique. Si la valeur réceptrice de ces terminaisons était confirmée par d'autres méthodes, ceci impliquerait la possibilité de libération d'intermédiaires chimiques au niveau des récepteurs.

Que, par ailleurs, on puisse observer cette substance gomori-positive en plus grande importance chez les Poissons que chez les Mammifères, ne doit pas étonner. On connaît en effet, l'importance de ces intermédiaires dans cette classe de Vertébrés inférieurs.

M. DA LAGE. — Je pense qu'il n'est pas possible, sur la base de simples aspects morphologiques, d'affirmer à coup sûr la nature sensitive ou réceptrice des terminaisons nerveuses que j'ai observées. C'est pourquoi je me propose d'entreprendre prochainement des recherches histophysiologiques qui, je l'espère, apporteront des précisions sur ce fait.

Docteur BARRY. — Doit-on parler du niveau du système nerveux périphérique des poissons téléostéens de « substance de gomori » ou bien de substance gomori positive ?

M. DA LAGE. — Le terme de « substance de gomori » doit être supprimé du vocabulaire comme prêtant à équivoque.

UN MATÉRIAU MODERNE: LE BOIS *

PAR

J. VENET

a) *Le passé, période de plein emploi*

Le titre de cette conférence peut sembler paradoxal. Le bois est un des matériaux les plus anciens dont l'homme se soit servi pour cuire ses aliments, fabriquer ses outils et ses armes, construire ses habitations. Pendant des siècles, il fut à peu près le seul matériau utilisé en quantités massives, tant pour les usages domestiques, que collectifs ou industriels. Il occupait dans les logements de jadis une place considérable: lourdes et massives charpentes, menuiseries, meubles. Il servait à fabriquer tous les véhicules: chariots, navires. Il fut, jusqu'au 18^e siècle, le seul combustible industriel: forges, salines, verreries, etc... puisaient abondamment dans les massifs forestiers. Les gouvernements se préoccupaient avec angoisse de l'approvisionnement en bois: la force de la France reposait, en grande partie, sur sa marine sans laquelle, disait Richelieu, on ne peut ni gagner les Guerres, ni profiter de la Paix. Les Parlements imposaient aux Rois des coupes extraordinaires, jusque dans le parc de Saint-Cloud, pour que le peuple ait de quoi de chauffer. Les Ordonnances royales, dont une des plus célèbres fut l'ordonnance de 1669, de Colbert, accordaient aux Ingénieurs de la Marine des privilèges draconiens, non seulement dans les forêts de la Couronne, mais même dans les forêts privées, afin que les chantiers de constructions navales ne manquent pas de bois.

C'était alors vraiment l'âge du bois et nos forêts françaises fourmillaient de bûcherons, voituriers, peleurs d'écorce,

* Extrait de la causerie du 11 février 1954.

fendeurs de merrains, sabotiers, scieurs de long, charbonniers, etc... qui, non seulement travaillaient dans les coupes, mais y vivaient dans des loges de branchages et de terre battue.

L'âge du bois ne se manifestait pas seulement par les quantités consommées, mais aussi par la qualité de la mise en œuvre. Le « Valmy », vaisseau de ligne lancé en 1847, mesurait plus de 60 mètres de long et près de 20 mètres de large. Il déplaçait 5.000 tonnes. La pomme du grand mât était à 70 mètres au-dessus de la ligne de flottaison (aussi haut que les tours de Notre-Dame) et sa voilure se déployait sur 4.500 mètres carrés.

Les charpentes des châteaux et des cathédrales, les meubles de Boule et bien d'autres réalisations témoignent aussi de la maîtrise des artisans du bois de cette époque.

b) *Le déclin momentané du bois*

Puis ce fut une sorte de déclin. La houille, extraite du sol dès le début du 18^e siècle, commença à être diffusée grâce aux canaux. De 100 millions de stères à la fin du 18^e siècle, pour une population de 36 millions d'habitants dont 27 millions de ruraux, la consommation du bois de feu domestique et industriel tomba à 15 ou 20 millions de stères en 1929, pour une population accrue, mais qui s'était concentrée dans les villes.

Le pétrole, l'électricité connurent un essor extraordinaire et irrésistible. Le métal conquit une place d'importance croissante pour la fabrication des bateaux, des camions, des wagons. La pierre et le béton remplacèrent le bois en construction. Jusqu'aux meubles qui se mirent à être de métal ou de matières plastiques.

L'industrie classique du bois dans notre pays faisait figure de parente pauvre et quelque peu arriérée. La hache des bûcherons de Jean Rogissart ou de Maurice Génévois était la même que celle du bûcheron de la forêt de Gatine qu'implorait Ronsard et elle différait bien peu par la forme de celle des bûcherons du Néolithique. La scie des scieurs de long du temps de François I^{er} avait donné naissance, deux siècles

plus tard, au « haut-fer » qui travaille toujours dans nos vallées vosgiennes. Rubans à grand débit et alternatives multiples sont des enfants du 20^e siècle et ce ne sont quand même que des machines servant à transformer une grume en planches parallélépipédiques... et en sciure.

Les gestes et les méthodes du charpentier, du menuisier et de l'ébéniste sont restés traditionnels. Ils sont remarquables par la qualité et le fini de l'exécution, mais ils ne surprendraient pas un compagnon du Moyen-Age qui y retrouverait une grande partie de la technique que ses maîtres lui enseignaient.

C'est pourquoi il peut sembler paradoxal en 1954 de dire que le bois peut être et doit être un matériau moderne.

Cependant, nous allons montrer :

- 1) que le bois a déjà conquis de nouveaux débouchés ;
- 2) qu'il est améliorable ;
- 3) que grâce à cela il peut trouver de nouvelles utilisations permettant de donner à la forêt un regain de valeur.

L'AVENIR DU BOIS

I. — *Conquête de nouveaux débouchés*

En effet, tandis que certains emplois du bois disparaissaient ou s'amenuisaient, de nouveaux débouchés, plus ou moins fidèles, lui étaient offerts.

L'extraction du charbon qui allait rechercher dans le sol les vestiges fossilisés de la forêt d'autrefois, nécessita d'importantes quantités de bois de soutènement. Aussi bien pour les voies où circulent les berlines que pour les tailles où les ouvriers piochent le charbon, on utilisa des cadres de bois, sélectionnés quant à leurs dimensions, leur forme et leur qualité. Le mineur apprit à connaître les bois qui « préviennent » et ceux dont le « nerf » est durable. Une visite prochaine à mon laboratoire vous expliquera ces termes et vous en présentera quelques exemples. La consommation de bois par tonne de houille extraite arriva à dépasser 50 décimètres cubes ce qui, pour soixante millions de tonnes, représente quelque 3 millions de mètres cubes. Ici aussi les cadres

d'acier Toussaint-Heintzmann et les étançons métalliques prennent la place du bois, mais cette substitution ne sera ni subite, ni totale et pendant des années encore l'utilisation des bois pour le soutènement posera des problèmes, sinon de quantité, du moins de qualité.

La papeterie, elle aussi, fit appel à la forêt avec des exigences croissantes. Joinville écrivait à Saint-Louis sur papier de chiffons et la première papeterie française, celle de la Pielles, près de Troyes, créée au 13^e siècle, n'utilisait pas encore les rondins de sapin ou d'épicéa des Vosges. Mais la consommation de papier, faible au début, s'accrut de façon rapide. De littéraire et réservée à un petit nombre, la Presse devint politique, scientifique, sportive et destinée à tous. Papiers d'impression et d'écriture, emballages de toutes sortes créèrent d'impérieux besoins. On fit appel à d'autres fibres que celle des chiffons : paille, alfa, bois surtout affluèrent dans nos râperies et nos usines chimiques. C'est plus de 5 millions de stères de bois qu'il faudrait de nos jours à notre industrie pour assurer notre approvisionnement en papiers et cartons. Nous en sommes loin ; nos forêts actuelles ne pourraient produire une telle quantité de bois à fibres résineux et l'achat de papiers, cartons, pâtes et bois à fibres à l'étranger pèse sérieusement sur notre balance commerciale.

Les chemins de fer également firent appel à la forêt pour les traverses, les bois de wagonnage et toutes les installations nouvelles que leur développement nécessitait. Malgré le métal et le béton vibré, les besoins en bois pour la S.N.C.F. restent grands. Un wagon frigorifique nécessite 8 à 10 m³ de bois sciés et 10 m³ de plaques de liège aggloméré.

L'industrie chimique, elle aussi, fait appel au bois : distillation, fabrication de sucre, d'alcool et de levures alimentaires, dérivés de la cellulose, chimie de la résine, extraits tannants, etc...

Le bois n'est donc pas seulement un matériau du passé et le déclin qu'on a pu constater pour certaines de ses utilisations ne signifie en aucune façon qu'il s'agisse d'un matériau désuet.

Ce n'est pas sans raison que les organisations internationales actuelles : F.A.O. ou O.E.C.E. se préoccupent du main-

tien en bon état et même de l'extension des massifs boisés en vue de l'approvisionnement futur de l'humanité.

III. — *Amélioration*

Le bois est un matériau *améliorable*. Les utilisateurs lui adressent de nombreux et graves reproches qui ne sont pas sans fondements :

le bois est hétérogène,

il est hygroscopique, donc sujet à des phénomènes de gonflement ou de retrait dont les conséquences sont aggravées par l'hétérogénéité,

il est altérable, champignons et insectes peuvent lui causer de graves dommages,

il est combustible, ce qui est un inconvénient grave pour la construction,

sa mise en œuvre *traditionnelle* n'est pas compatible, économiquement, avec l'industrie moderne.

L'hétérogénéité du bois est un défaut incontestable. Elle est due d'abord à ses caractères normaux de structure : présence de vides, organisations en couches annuelles dans lesquelles bois de printemps et bois d'été diffèrent souvent grandement, orientation des éléments amenant certaines faiblesses, par exemple en traction perpendiculaire aux fibres et en cisaillement, différences de propriétés mécaniques et de durabilité entre le cœur et l'aubier, etc...

Mais l'hétérogénéité vient surtout des anomalies telles que les nœuds, les fentes de causes diverses (gélivures, roulures, fentes de dessiccation, etc...), les défauts d'orientation des éléments du bois (fibre torse, fibre ondulée, etc...), les altérations physiologiques (faux duramen, lunure) ou pathologiques (pourritures, échauffures).

La longue liste des anomalies du bois explique en partie, la défaveur de ce matériau vis-à-vis de certains utilisateurs.

Nul ne peut contester non plus que le bois est hygroscopique et sujet, à cause de cela, soit à des phénomènes de gonflement, soit à des phénomènes de retrait : fenêtres qui se coincent, lames de parquets qui s'écartent l'une de l'autre,

panneaux qui se déforment ou se fendent, assemblages qui jouent, sont des inconvénients notoires et bien connus.

De même, nous ne nierons pas que le bois est altérable (boiseries qu'envahit la mûre, charpentes infestées par l'*Hylotrupes bajulus*), ni qu'il est combustible.

Enfin, nous avons tous fabriqué de nos mains quelque objet en bois et nous sommes convaincus qu'un simple assemblage à tenon et mortaise, voire le rabotage d'une planche, sont des opérations qui nécessitent une certaine habileté et beaucoup de temps. Or le temps, à notre époque, est devenu quelque chose de rare et de précieux.

Le bois est donc un matériaux pourvu d'incontestables défauts et sa défense peut sembler étrange.

Mais le bois est un matériau améliorable, et grâce à cela, de nouveaux débouchés s'ouvrent à lui.

On peut remédier aux défauts du matériau bois par des techniques variées, comme la lamellation, la compression, l'imprégnation. Sa mise en œuvre peut être assurée par des machines et des procédés modernes qui en font un matériau commode, économique et susceptible d'emplois tout à fait nouveaux.

La lamellation consiste à débiter le bois en feuillets ou en placages plus ou moins minces qu'on purge de leurs défauts graves et qu'on contrecolle en croisant le sens des fibres, si on le veut, d'une couche à l'autre, de façon à obtenir un matériau aussi homogène que possible. Outre la présence de petites fabrications, comme les longerons d'avions, les ceintures de pianos, etc... est-il besoin de souligner que la lamellation a pris, avec les industries des contreplaqués, une importance énorme?

La compression fait disparaître tout ou partie des vides existants dans le bois. Elle remédie, dans une certaine mesure à l'hétérogénéité et améliore certaines qualités mécaniques. Dans la fabrication des bois améliorés, elle ajoute ses effets à ceux de la lamellation.

L'imprégnation fait pénétrer dans le bois des substances variées qui occupent tout ou partie des vides et qui peuvent avoir des rôles très divers : substances minérales, métaux à bas point de fusion, résines durcissantes, produits imperméa-

bilisants, antiseptiques, colorants, ignifuges, etc... Il serait trop long de les passer en revue, mais nous croyons nécessaire d'insister sur les progrès que le matériau bois a fait grâce à ces techniques, depuis le début du siècle : contreplaqués et panneaux de fibres durcis et ignifugés, bois résinifiés à haute résistance électrique, à grande inertie chimique et ayant de très fortes caractéristiques mécaniques, pièces de charpentes, poteaux, traverses, bien protégés contre les parasites, etc...

Enfin les conditions d'emploi du bois se sont améliorées. Les machines de débit en scierie ont un meilleur rendement et donnent d'excellents sciages. Les dérouleuses débitent des feuilles de placages de grande surface et les trancheuses produisent de remarquables placages minces. Les contreplaqués et les panneaux de fibres se présentent en pièces de grandes dimensions, d'un emploi commode, rapide et économique. Les contreplaqués peuvent être collés sur moule pour donner des pièces galbées et même des récipients creux, sans raccords, analogues à ceux qu'on obtient avec les métaux, par forgeage ou emboutissage.

III. — *Perspectives d'avenir*

Grâce à l'amélioration, le bois peut reconquérir une partie des débouchés qu'il avait perdus en construction, ébénisterie, emballages, etc... C'est un problème de qualité et de prix de revient.

Il a déjà conquis une place notable dans des industries variées, nouvelles pour la plupart, textile, électrique, chimique. Les porte-avions américains, monuments de construction métallique, ont, paraît-il, des planchers d'envol en bois améliorés. L'industrie des poudres et explosifs leur fait aussi appel pour fabriquer des machines. Les matières plastiques nécessitent pour leur mise en œuvre l'incorporation d'une charge en farine de bois souvent plus abondante que la résine elle-même. La cellulose a un rôle à jouer dans la fabrication des esters nitriques ou acétiques, dans l'hydrolyse, pour la fabrication de sucres ou de levures comestibles ou d'alcool. Un auteur n'a-t-il pas écrit récemment un petit ou-

vrage: « The coming age of wood » qui est un hymne au rôle social futur de la forêt?

Notre vieux matériau bois n'est donc pas encore prêt à être relégué parmi les souvenirs vénérables du passé, à côté de la hache de pierre ou du glaive des Gaulois. Mais pour cela, il faut lutter en vue d'améliorer sans cesse sa qualité et d'empêcher une augmentation excessive de son prix.

L'amélioration de la qualité dépend aussi bien du forestier que de l'industriel. La qualité s'améliore sur pied, par la pratique de règles de sylviculture soignées, comme celles qu'appliquèrent de nombreuses générations de forestiers européens, par la lutte contre les défauts et les atlération (en particulier contre les parasites) et par une liaison étroite entre producteurs et utilisateurs en vue de fournir à ceux-ci les produits précis dont ils ont besoin, précis quant à leurs dimensions, leur forme et leur qualité.

L'amélioration est aussi affaire d'industriels. Outre le Centre technique du Bois de Paris qui apporte son aide à l'exploitant forestier et à l'utilisateur de bois, beaucoup d'usines sont dotées de laboratoires de recherches grâce auxquels le bois fait d'incessants progrès.

Dans la région nancéienne, par exemple, cette liaison entre producteurs et utilisateurs existe pleinement. Il ne m'appartient pas de parler aujourd'hui des travaux de la Station de Recherches de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Nancy, mais qu'on me permette de dire que des efforts remarquables de modernisation ont été faits par un certain nombre de scieries de la région et que, depuis l'origine, la papeterie vosgienne a acquis et maintenu une réputation de haute qualité. Une usine de bois améliorés existe près de Nancy et perfectionne d'année en année sa fabrication. Les établissements Solvay étudient des antiseptiques du bois. D'Epinal à Saverne, des chantiers d'imprégnation des bois existent qui améliorent sans cesse leurs méthodes. Le séchage des bois est fait dans de nombreuses usines lorraines de façon extrêmement rationnelle. L'organisation du travail est sérieusement étudiée dans divers établissements de la région nancéienne qui travaillent le bois.

Tous les matériaux ont leurs défauts : métaux, matières

plastiques, textiles nouveaux tirés de la houille ou du pétrole, etc... ont de graves faiblesses. Ces faiblesses ne sont pas sans remèdes. Mais aucun matériau ne possède toutes ces qualités du bois : renouvellement continu grâce à l'eau des pluies, à l'énergie lumineuse, facilité de récolte, mise en œuvre nécessitant un minimum d'énergie, gamme indéfinie de techniques d'amélioration qui en fait un produit apte aux usages les plus variés.

L'avenir du bois, c'est aussi l'avenir des forêts qui couvrent le cinquième de notre territoire. Les efforts destinés à améliorer la qualité du bois et à défendre ses débouchés ont donc une grande importance nationale.

**NOUVELLES RÉCOLTES DE LOPHIUM ELATUM Grev.
DANS L'EST DE LA FRANCE**

PAR

M. François MANGENOT *

Dans une note récente, BISBY et ELLIS attiraient l'attention sur cette espèce, qu'ils qualifiaient de « one of the rarest of fungi ». Ayant eu l'occasion de la rencontrer en Forêt d'Argonne à deux reprises différentes, pendant l'année 1953, nous avons pensé qu'il était intéressant de signaler ces nouvelles récoltes, de revoir certains échantillons français, considérés comme critiques, et de décrire le développement des ascocarpes de ce champignon.

Récoltes de L. elatum en France

Les plus anciennes sont celles que fit MONTAGNE, aux environs de Sedan; elles sont conservées au Muséum National d'Histoire Naturelle, où nous avons pu les examiner. Pensant avoir affaire à un rameau de sapin, MONTAGNE avait écrit: « *Lophium mytilinum* Fries? ». Puis il ajoutait: « Non, *Lophium elatum!!!* Grev. ». Cette détermination est exacte, mais un examen microscopique permet de constater que le substrat est un bois de feuillu et non de conifère. D'autres spécimens de l'herbier MONTAGNE, portent la mention « *Sphaeria carbonata* sur Fresne » et proviennent de Briançon.

L. elatum a encore été récolté, plus tard, par DESMAZIÈRES (1842) (non vu), puis par ROBERGE (1844) dans le parc de Lebisey. Il a été retrouvé dans le Doubs (herbier BODIER, « ad ligna putrida ») et enfin à Caen (1).

* Note présentée à la séance du 12 février 1954.

(1) Ces trois dernières collections sont conservées dans l'Herbier général du Muséum (Cryptogamie).

Pour notre part, nous avons observé au lieudit Grand-Rû, près du Claon (Meuse), un petit groupe de fructifications disposées à la face inférieure d'un tronc noirci de Hêtre, et nous avons pu suivre leur développement du printemps à l'automne. A ce moment, nous avons découvert, dans le même ravin, un grand nombre de spécimens, pour la plupart mûrs, groupés sur un petit tronc de Marsaule, gisant à terre. Ceci montrerait, s'il en était besoin, que cette espèce, bien que récoltée principalement jusqu'ici sur bois de Rosacées arborescentes, n'est pas limitée à ce substrat.

Au total, les récoltes françaises, connues de nous, s'élèvent au nombre déjà appréciable de 8, dont 5 proviennent de l'Est ou des Alpes. Par ailleurs, ce champignon a été signalé à diverses reprises en Allemagne, en Suisse et au Danemark et l'on peut penser que sa répartition est surtout continentale et Nord-Ouest européenne. LOHMANN, après ELLIS, le signale bien en Amérique du Nord, sous le nom de *L. dolabriforme* Wallr., mais sa description permet de penser qu'il s'agit, au moins, d'une variété distincte.

Caractères morphologiques

La description que BISBY et ELLIS (loc. cit.) ont donnée de ce champignon s'applique parfaitement à nos récoltes; cependant, les spécimens sur Hêtre sont beaucoup plus comprimés que ceux recueillis sur Saule, ces derniers étant, comme ceux de l'herbier BOUDIER, nettement ventrus. Les deux « valves » carbonacées et striées — si caractéristiques — sont alors libres au bord et découvrent, latéralement, une masse noire et charnue, constituée par la couche interne de la paroi du fruit.

D'autre part, les asques, aussi bien dans nos échantillons que dans ceux de BOUDIER et de MONTAGNE, atteignent généralement 550 à 650 μ de long, dépassant ainsi quelque peu les chiffres habituellement indiqués.

Quant aux paraphyses, LEHMANN n'en a pas observé, DESMAZIÈRES et REHM les ont vues simples et BISBY et ELLIS les décrivent comme irrégulièrement rameuses. Pour notre part, nous les avons trouvées, nombreuses et simples, sur

Hêtre et dans les échantillons de BOUDIER; elles sont rares au contraire sur Saule et dans les spécimens de MONTAGNE (Sedan); enfin, comme nous le verrons plus loin, la paroi est hérissée intérieurement de poils rameux ou non, tantôt très réduits, tantôt assez longs, et se confondant alors facilement avec des paraphyses.

Nous avons essayé vainement d'obtenir la germination, sur gélose au Maltéa, d'ascospores mûres et notre échec est à rapprocher de celui que LOHMANN a connu, en étudiant la forme américaine.

Développement et structure de l'ascocarpe

La récolte que nous avons faite sur Hêtre comportait, au printemps, un petit nombre de fructifications, inégalement développées, permettant l'étude des étapes successives de leur croissance et de leur maturation. Au contraire, à l'automne (novembre), elles étaient, pour la plupart, vides et desséchées, malgré le temps favorable, et ceci semblerait prouver qu'elles sont annuelles.

Une coupe médiane dans un fruit très jeune (haut de 150 μ) montre une sorte de petit sclérote basilaire (fig. 1), pseudo-parenchymateux, portant deux lames verticales, épaisses, formées chacune, d'une zone externe opaque et carbonacée et d'une zone interne, hyaline, composée d'éléments prismatiques, peu colorables au bleu lactique, mais dont les parois sont épaisses et réfringentes. Entre ces deux « valves », subsiste une cavité, parfois très étroite, mais s'étendant jusqu'au sommet du jeune fruit, qui est donc ouvert dès le début et présente une fente apicale, bordée de cils noirs.

Le mode de formation de ces valves, mieux visible sur des fructifications plus développées, est le suivant: des hyphes, en apparence issues du sclérote, se ramifient assez régulièrement en donnant, vers l'intérieur, des articles prismatiques qui se divisent, à leur tour, pour donner la zone hyaline. Vers l'extérieur, ces mêmes hyphes produisent des éléments, allongés au début, mais qui se cloisonneront bientôt en « cellules » isodiamétriques, s'arrondissant peu à peu et se chargeant, finalement, de pigment noir.

Cette structure initiale subit peu de modifications par la suite: les parois du fruit s'allongent lentement et la couche hyaline donnera naissance, plus ou moins tôt, à des périphysses simples ou rameuses, qui semblent régresser ensuite, sous

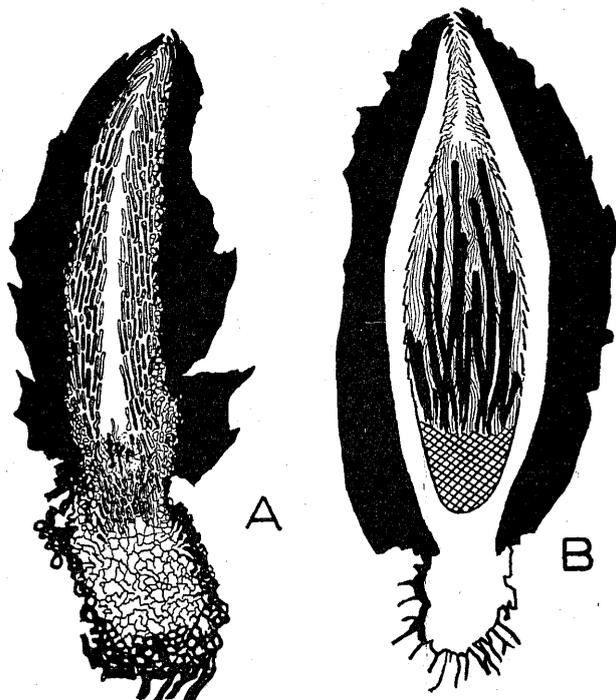


FIG. 1.

Laphium elatum Grev.

- A. Jeune fruit haut de 235 μ . La cavité médiane s'entrouvre et renferme, à sa base, les premiers rudiments du futur tissu ascogène (en noir). — B. Schéma d'un fruit proche de la maturité; on voit le volumineux coussinet basilaire (hachuré) portant les asques et les paraphyses. En haut les périphysses résultant de l'allongement des cellules de la paroi interne.

la pression des asques. D'autre part, la loge centrale s'élargit, peu à peu, pour faire place, d'abord (fruit de 300 μ), à quelques hyphes à parois minces, localisées au fond de la cavité et entourant des éléments irréguliers et plus colorables. Plus tard (fruit de 600 μ) elle abritera un coussinet basilaire

charnu, formé de filaments grêles entremêlés d'hypes ascogènes, pourvues de crochets bien visibles (fig. 2). Ces derniers portent des asques inégalement développés, croissant au milieu de paraphyses sinueuses, issues de ce même coussinet.

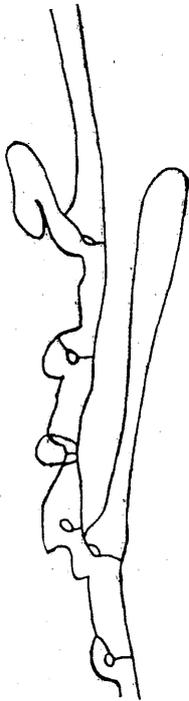


FIG. 2.

L. elatum: hyphe ascogène.

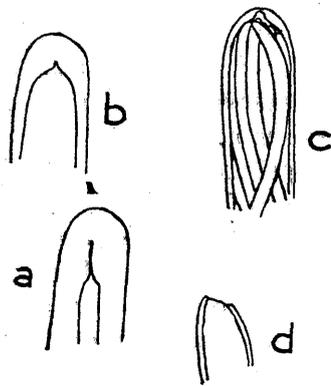


FIG. 3.

Sommet des asques:

a, jeune;

b, et c, en cours de maturation;

d, vide.

Les asques jeunes ont une paroi relativement mince, sauf au sommet, où celle-ci forme une calotte réfringente, parcourue, en son centre et sur la plus grande partie de son épaisseur, par un fin canal. Au cours de la maturation, cette calotte se résorbe peu à peu, le canalicule se raccourcit et s'élargit pour donner, finalement un pore, visible sur les asques vides (fig. 3).

Conclusion

La position systématique des Hystériales apparaît encore discutée, et la conception que s'en font les divers auteurs est variable. Même si l'on n'envisage que la seule famille des Hystériacées, on constate que NANNFELDT (1932) et MILLER (1949) la rapprochent des Ascoloculaires, en particulier des Lophiostomatacées, tandis que BESSEY (1950) insiste sur ses affinités avec les Phacidiacées. A vrai dire, il est possible qu'elle comprenne des formes de convergence, d'origines diverses, et nous ne prétendons pas tirer de conclusions générales de l'étude d'une seule espèce, d'autant plus que, parmi les Hystériacées, *L. elatum* occupe une place très particulière.

La description qui précède nous montre que l'ascocarpe de *L. elatum* dérive d'un primordium de nature sclérotique, analogue à celui que nous avons signalé dernièrement chez un *Dasyscypha* et tel qu'on en rencontre chez de nombreuses « pezizes ».

Ce primordium donne naissance, d'abord, aux parois latérales carbonacées, selon toute vraisemblance, au moment où se développent les organes sexuels.

La différenciation de ceux-ci conduit, ensuite, à la formation d'un coussinet basilaire charnu, où se mêlent des éléments dangeardiens et des hyphes grêles dont dérivent les paraphyses.

Une telle structure n'est évidemment pas comparable au stroma des Leptostromatacées. Par contre, elle est toujours ouverte et il nous semble qu'elle peut être assimilée aux apothécies persistantes de certains Discomycètes inoperculés. Nous ne pensons pas être trop aventureux en comparant les valves de *Lophium* à un excipulum coriace et le coussinet basilaire charnu à l'hypothecium. Ce point de vue est encore confirmé par les particularités des asques si voisins, quant à leur structure, de ceux des *Patellaria*; d'ailleurs NANNFELDT avait déjà rapproché de ce genre les fructifications hystérioïdes de certains lichens.

BIBLIOGRAPHIE

1. BESSEY (E.-A.) (1950). — Morphology and Taxonomy of fungi. VII-791 pp. The Blakiston Co. Philadelphia.
 2. BISBY et ELLIS (M.-B.) (1952). — *Lophium elatum* Greville. *Trans. Brit. Myc. Soc.*, 35-4, 299-303.
 3. DESMAZIÈRES (J.-B.) (1842). — 9^e notice sur quelques plantes cryptogames. *Ann. Sci. Nat. (Bot.)*, Sér. 2, 17, 113.
 4. LEHMANN (F.) (1886). — Systematische Bearbeitung der Pyrenomyceten Gattung *Lophiostoma*. *Nova Acta Leop. Carol.*, 50, 139.
 5. LOHMANN (M.-L.) (1932). — Hysteriaceae: life histories of certain species. *Papers of Mich. Ac. Sci.*, 17, 229-288 (1933).
 6. MANGENOT (F.) (1953). — Etude de quelques Hyaloscyphacées en culture pure. *Rev. Gen. Bot.*, 60, 174-188.
 7. MILLER (J.-H.) (1949). — A revision of the classification of the Ascomycetes with special emphasis on the Pyrenomycetes. *Mycologia*, 41-2, 99-127.
 8. NANNFELDT (J.-A.) (1932). — Studien über die Morphologie und Systematik der nicht-lichenisierten inoperculaten Discomyceten. *Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsal.*, IV, 8, 1-368.
-

SPARTIER OU SAROTHAMNE? *

PAR

André BELLARD

Le bulletin n° 1 1953 s'ouvrait sur une « Contribution à la connaissance des conditions de la sécrétion nectarifère » présentée par M. R. Moréaux en la séance du 23 octobre 1952. Sans préjuger du fond, qui n'est nullement mis en cause par les présentes lignes, cette note m'a semblé appeler une petite mise au point que je demande la permission de tenter.

Notre collègue, considérant le genêt à balais (*Sarothamnus scoparius*), indigène en Lorraine, marque: « ...jamais à l'entour de mon rucher d'observation, situé en terrain calcaire, je n'ai vu aucune abeille butiner sur le genêt, car il n'est pas mellifère. Par contre, les apiculteurs italiens déclarent faire d'amples récoltes de miel de genêt, aromatique et particulièrement apprécié. »

Il y a là un confusion qui provient de ce que, si M. Moreaux veille à identifier exactement *Sarothamnus scoparius* = genêt à balais, les apiculteurs italiens ont négligé d'éclairer leur lanterne et provoqué une équivoque. Leur genêt mellifère n'est pas *Sarothamnus scoparius* KOCH: c'est le genêt d'Espagne (non *Genista hispanica*, sed *Spartium junceum*, LINNÉ), que le vieil et excellent botaniste lorrain Hollandre (1778-1857) veillait déjà à détacher des genêts vrais. Sa Flore de Moselle établit parfaitement la distinction entre *Spartium junceum*, qu'il précise « cultivé pour l'ornement des jardins, originaire du midi de la France », et *Sarothamnus scoparius* « commun dans les terrains stériles et les bois sablonneux » (j'ai signalé la progression de ce dernier dans la vallée de la Moselle, au sud de Metz, à la faveur

* Note présentée à la séance du 11 mars 1954.

de l'extension du réseau ferroviaire, le long des ballasts constitués de galets et de sables d'alluvion.)

Mon expulsion en 1940 m'a donné, en Ariège, l'occasion de voir parfois voisiner les deux plantes; bien qu'on ne puisse les confondre, elles offrent plusieurs points de ressemblance: dimensions des touffes, port général, couleur et aspect des fleurs; mais ce sont bien les fleurs du « Spartier à tiges de jonc » (ses tiges, en effet, sont cylindriques et non cannelées) qui dégagent un parfum exquis. Un parfumeur parisien n'avait-il pas, au début du siècle, lancé certain « Genêt d'Espagne » ?

Plus que le silence des apiculteurs italiens, le langage de plusieurs botanistes a préparé la confusion que je veux signaler; on n'a pas même la ressource de recourir à l'étymologie pour échapper à celle-ci; par exemple, l'alkaloïde toni-cardiaque nommé spartéine est extrait du sarothamne et non pas du spartier, ce dernier, qui en est beaucoup plus riche d'ailleurs, fournissant du même coup la toxique cytisine. Mais c'est bien dudit spartier qu'étaient tirées, dans la région de Lodève, durant la dernière guerre, les filasses propres à donner des toiles et cordages grossiers qui semblent lui avoir valu son nom, venu du vieux terme « spart » (d'où « sparterie », d'ailleurs).

Discussion

M. le Dr MOREAUX fait observer ce qui suit:

Depuis ma communication relative à la connaissance des sécrétions nectarifères j'ai eu confirmation formelle qu'il s'agissait bien de plants de *Sarothamnus* (*S. scoparius*), et non de *Spartium*, qui s'étaient révélés nectarifères sur un terrain calcaire. Mais je dois dire que ces plants n'étaient pas spontanés et avaient été « introduits » par l'apiculteur autour de son rucher. D'ailleurs, ainsi qu'il fallait s'y attendre, cette plantation, sur un sol qui ne lui convenait pas, eut une courte existence: elle disparut progressivement dans un laps de temps de quatre à cinq ans.

COMPTES RENDUS DE SÉANCES

SEANCE DU 14 JANVIER 1954

La séance est ouverte à 17 heures sous la présidence de M. VEILLET qui fait part du décès de deux Membres de la Société: le Colonel LANEL, M. Emile VALTER.

M. CÉZARD retrace brièvement la vie de M. VALTER, fondateur du Jardin Botanique de Saverne; il avait voulu faire de ce Jardin un lieu de rencontre des Botanistes Alsaciens et Lorrains qui tous regrettent sa mort.

Le Président transmettra à sa famille les condoléances des Membres de la Société.

Deux personnes sont définitivement admises membres de la Société: le Docteur G. BARY et M. Jean BRETIN.

Après lecture et adoption du procès-verbal de la séance du 10 décembre, l'ordre du jour appelle M. WERNER pour une communication sur « les cultures d'algues extraites d'un lichen » qui amène l'auteur à conclure à l'existence de races marocaines nouvelles et différentes des races européennes. Puis M. MAUBEUGE dans une causerie sur « une défense de la paléontologie stratigraphique » décrit quelques faciès « en biseau » dans le Jurassique moyen, en Lorraine, ce qui amène M. CONTAUT à préciser que la présence du polypier dans des terrains plus récents se produit fréquemment et est due à la rapidité du développement du polypier. Dans la Meuse, on trouve des craies plus basses que le polypier bien que plus récentes.

Enfin M. STEINMETZ, Professeur à la Faculté de Pharmacie, présente de remarquables clichés en couleurs sur des Champignons supérieurs. Ces photos sont appelées, dans l'avenir, à remplacer les livres pour l'identification des Champignons.

La séance est levée à 19 heures.

A propos du Jurassique moyen lorrain: Une défense de la paléontologie stratigraphique, par Pierre L. Maubeuge (N° 1, mars 1954).

ERRATA

Page 48, Note ajoutée en cours d'impression, lire : 7^e ligne : Bathonien moyen; 9^e ligne : « Calcaire à Rh. decorata »; 10^e ligne : indices du Callovien dans...

Page 44, Note, lire: s'agir.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES
DE
NANCY
(Fondée en 1828)

SIÈGE SOCIAL :
Institut de Zoologie, 30, Rue Sainte-Catherine - NANCY

LE SPECTROMÈTRE DE MASSE
ET SES APPLICATIONS (*)

PAR
Pierre LE GOFF

Jusqu'en 1940, la spectrométrie de masse appartenait au domaine de la recherche pure, essentiellement développée dans les laboratoires universitaires. Dans cette dernière décade, au contraire, le spectromètre de masse est devenu un appareil scientifique et industriel de grande importance dont le domaine d'application s'élargissant sans cesse, atteint maintenant, après le chimiste de laboratoire, l'ingénieur, le géologue, le biologiste, et le médecin. Plusieurs modèles commerciaux, dont un français, sont apparus sur le marché; et si l'industrie du pétrole a été, jusqu'à présent, le principal utilisateur de cette nouvelle technique, il ne fait aucun doute que des problèmes d'analyse de plus en plus variés lui seront confiés dans les années à venir.

I. — HISTORIQUE

GOLDSTEIN (1), en 1886, étudiant la décharge électrique dans un gaz à basse pression, observe que des rayons (qu'il

* Extrait de la conférence du 11 février 1954.

appelle « rayons canaux ») sortent d'orifices percés dans la cathode. En 1910, J.J. THOMSON (2) soumet ces rayons à l'action combinée de champs électrique et magnétique; observant et mesurant la déviation du pinceau sous cette action, J.J. THOMSON montre que ces rayons sont constitués de particules pesantes, chargées positivement : la charge est un multiple de la charge de l'électron (mais de signe opposé), tandis que la masse est un multiple de la masse de l'hydrogène. Cette découverte fondamentale des ions positifs, conduit immédiatement à la notion d'isotopes et constitue la base d'une nouvelle technique expérimentale. En 1919, F.W. ASTON (3) construit un nouvel appareil dans lequel le pinceau d'ions positifs, issu d'une décharge électrique, est dévié successivement par un champ électrique puis par un champ magnétique de sorte qu'il s'étale, sur une plaque photographique, en un spectre de lignes dont chacune correspond à un rapport défini de la masse m à la charge e , de chaque particule. En raison de son analogie avec un spectrographe optique ordinaire, cet appareil est nommé spectrographe de masse. La mesure d'une masse inconnue résulte du repérage de la position de la ligne correspondante, par rapport à des lignes de masses de référence. L'appareil original d'Aston a été ultérieurement développé dans le but d'une détermination précise des masses des isotopes, en relation avec les recherches de physique nucléaire, de sorte que les spectrographes de masse modernes, possédant un pouvoir séparateur de l'ordre de $1/100.000^{\circ}$, permettent de mesurer les masses atomiques avec cette précision.

Pour apprécier les intensités relatives des divers pinceaux d'ions, dans cette technique, il est nécessaire de procéder à une mesure photométrique du noircissement des traces sur l'émulsion photographique. Mais cette étude est peu précise du fait que le noircissement de l'émulsion dépend à la fois, et d'une façon souvent inconnue, de l'intensité du pinceau, de sa vitesse et de la nature des ions eux-mêmes.

En même temps qu'Aston développait, en Angleterre, son spectrographe de masse, DEMPSTER (4), aux Etats-Unis, construisait un appareil légèrement différent dans lequel le pinceau d'ions, dévié par un champ magnétique, était dé-

tecté, non plus photographiquement, mais électriquement, par mesure du courant de décharge des ions sur une surface métallique.

Cette méthode fournit directement la valeur de l'intensité ionique, mais elle est beaucoup moins sensible que la précédente.

Les appareils qui ont découlé du travail fondamental de Dempster, ont été dénommés spectromètres de masse, de sorte qu'il existe actuellement deux classes d'appareils totalement différents :

Les spectrographes de masse, utilisés, comme nous l'avons dit, par les physiciens spécialistes du noyau atomique et dans lesquels tout est sacrifié à la qualité du pouvoir séparateur.

Dans les spectromètres de masse, au contraire, on a développé les qualités propres à en faire des instruments d'analyse chimique courante : simplicité de construction et de manipulation, lecture directe et continue des intensités ioniques, etc... Le pouvoir séparateur est volontairement limité à $1/200^{\circ}$, valeur suffisante pour séparer les masses des molécules habituellement étudiées par les chimistes.

II. — DESCRIPTION D'UN SPECTROMÈTRE DE MASSE MODERNE

Les spectromètres de masse modernes sont tous plus ou moins inspirés des modèles décrits par BLEAKNEY (5), TATE (6) et surtout NIER (7). Les parties essentielles d'un tel appareil sont les suivantes :

— le système d'alimentation en gaz, qui a pour but de vaporiser la substance à analyser et de l'introduire dans le spectromètre, sous la pression et avec le débit désirés.

— la chambre d'ionisation, dans laquelle les molécules de gaz sont transformées en ions positifs.

— le champ électrique d'accélération qui communique à ces ions, une vitesse de l'ordre de 100 km/sec.

— le champ magnétique de déviation qui disperse les ions accélérés, suivant leurs masses respectives.

— le collecteur d'ions, l'amplificateur et le galvanomètre

dont le rôle est de mesurer sélectivement l'intensité ionique relative à chaque masse.

A ces éléments essentiels de l'appareil, il faut encore ajouter les montages annexes suivants :

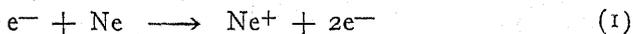
— les alimentations électriques qui fournissent au spectromètre de masse les diverses tensions et courants électriques, sous une forme bien stabilisée.

— l'installation à vide poussé. On observera en effet que la longueur du trajet parcouru par les ions est de l'ordre de un mètre. Pour parcourir une telle distance sans être déviés de leur trajectoire, il est nécessaire que les ions ne subissent pratiquement aucun choc avec des molécules. On montre que cette condition n'est satisfaite que si la pression résiduelle dans l'appareil est inférieure au millionnième de millimètre de mercure. C'est pourquoi les divers éléments décrits plus haut sont contenus dans une enceinte aussi étanche que possible, évacuée en permanence par de puissantes pompes à vide.

Examinons maintenant plus en détail chacune de ces parties :

a) *La chambre d'ionisation*

Pour obtenir des ions positifs à partir de molécules, il faut leur enlever un (ou plusieurs) électrons périphériques. Pour ce faire, la décharge électrique de J.J. Thompson ou d'Aston n'est plus que rarement utilisée. L'ionisation se fait généralement par bombardement des molécules par un jet d'électrons rapides. Supposons, par exemple, que du néon pur soit introduit dans l'appareil : la réaction principale est la suivante :



L'électron incident arrache un autre électron à l'atome de néon. Il existe bien d'autres réactions possibles, telles que :



correspondant respectivement à la formation d'un ion posi-

tif doublement chargé et d'un ion négatif, mais on constate expérimentalement que ces réactions sont négligeables en comparaison de la réaction (1).

Le jet d'électrons rapides est issu d'un « canon à électrons » : les électrons émis par un filament métallique F porté

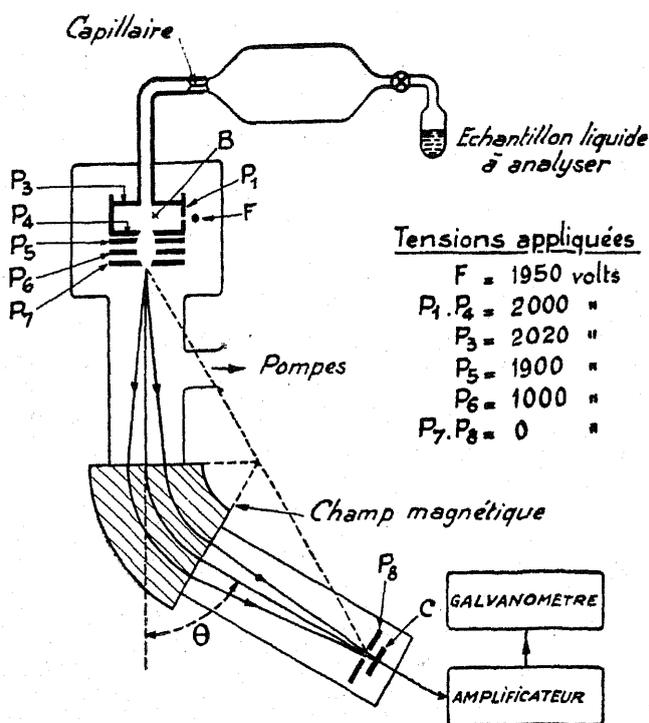


FIG. 1.

Schéma de principe d'un spectromètre de masse.

à très haute température sont accélérés par une tension positive de l'ordre de 50 à 100 Volts appliquée entre le filament et une plaque P₁ percée d'une fente fine (fig. 1) : le pinceau plat d'électrons qui traverse cette fente entre dans la boîte B qui constitue la chambre d'ionisation : c'est, en effet, dans cette boîte qu'est introduit le gaz à analyser.

Nous avons dit plus haut qu'il était nécessaire d'entretenir dans l'enceinte du spectromètre de masse, un vide extrêmement poussé afin que les ions formés dans la boîte B puissent atteindre le collecteur C en subissant un minimum de chocs avec les molécules de gaz résiduel. Or nous voyons ici que la réaction de formation des ions est justement basée sur les chocs entre molécules et électrons au sein du gaz de la boîte B. Ces deux problèmes, contradictoires en apparence, sont résolus par un compromis : on réduit à leur strict minimum, les ouvertures entre la boîte B et le reste de l'appareil, et l'on évacue l'enceinte du spectromètre par des pompes à vide dont le débit est de plusieurs dizaines de litres par seconde. L'expérience montre alors que la pression stationnaire qui règne dans la chambre d'ionisation est de l'ordre du dix-millième de millimètre de mercure, soit 100 à 1.000 fois plus grande que la pression résiduelle dans le spectromètre lui-même.

Même dans ces conditions, le rendement de la réaction (1) reste extrêmement petit : généralement inférieur à 1/10.000°.

b) *Champ électrique d'accélération*

Les ions positifs étant formés, il s'agit maintenant de les faire sortir de la boîte B, puis de les accélérer.

En portant la plaque P₃ qui constitue le dessus de la boîte à un potentiel légèrement supérieur (d'environ 20 Volts) à celui de la plaque inférieure P₄, il apparaît un champ électrique qui provoque un mouvement des ions positifs vers P₄. Ces ions, passant à travers la fente ménagée dans P₄ sont accélérés par la grande différence de potentiel (de l'ordre de 2.000 à 3.000 Volts) appliquée entre les plaques P₄ et P₇. Les plaques P₅ et P₆, portées à des potentiels intermédiaires, ont un rôle analogue à celui de lentilles dans un système optique : elles servent à contrôler la trajectoire exacte du pinceau d'ions et à le concentrer sur la fente fine percée dans P₇. Il est commode, pour des raisons pratiques de montage, que cette dernière plaque P₇ soit reliée à la terre ; nous avons porté sur la figure (1) un exemple des potentiels électriques qui seraient réellement appliqués aux différentes plaques, dans ces conditions.

On appelle source ionique, cet ensemble un peu complexe d'électrodes, constitué du canon à électrons, de la chambre d'ionisation, et des plaques d'accélération. Rappelons que le rendement de cette source d'ions est extrêmement faible puisqu'un courant électronique d'environ 10 à 100 microampères délivre, en définitive, par la fente fine de l'électrode P_7 , un pinceau d'ions dont l'intensité est inférieure à 10^{-10} ampère.

c) *Champ magnétique de déviation*

La fente de P_7 , qui n'a que quelques dixièmes de millimètre de large et de laquelle émerge un pinceau d'ions légèrement divergent, va jouer un rôle analogue à celui d'une fente de source lumineuse dans un spectrographe optique. Considérons d'abord le rayon moyen de ce pinceau, qui pénètre dans la région où est appliqué un champ magnétique homogène, perpendiculairement à la trajectoire du rayon. Le rayon décrit une trajectoire circulaire dans le champ magnétique et ressort du champ tangentiellement à ce cercle. L'angle θ de la déviation totale entre la direction incidente et la direction émergente du rayon, est donné par une formule classique :

$$\Theta = K \cdot \frac{H^2}{E} \cdot \frac{e}{m} \quad (4)$$

dans laquelle H exprime l'intensité du champ magnétique, E est le champ électrique ou, ce qui revient au même, la différence de potentiel entre les plaques P_4 et P_7 ; e est la charge de la particule (généralement égale, et de signe opposé à la charge de l'électron); m est la masse de la particule et K est une constante qui dépend de l'appareil et des unités employées par ailleurs.

Supposons d'abord que les champs magnétique et électrique soient maintenus constants, et que l'ionisation porte sur un mélange complexe de gaz, de masses variées, les pinceaux correspondant à ces masses vont se disperser à la sortie du champ magnétique, les masses les plus lourdes étant le moins déviées. En interposant, comme dans un spectrographe de masse, une plaque photographique sur ces trajectoires, on observerait une série de raies noires distinctes.

Supposons maintenant que l'on place, en un endroit déterminé, une fente P_8 , suivie du collecteur d'ions dont nous parlerons ultérieurement. La disposition géométrique des fentes P_7 , P_8 et du champ magnétique impose une valeur donnée de l'angle θ . En faisant alors varier l'intensité du champ magnétique (le champ électrique restant constant) on amènera successivement les diverses masses sur la fente P_8 et donc sur le collecteur d'ions. Sur la figure 2 est portée en abscisse

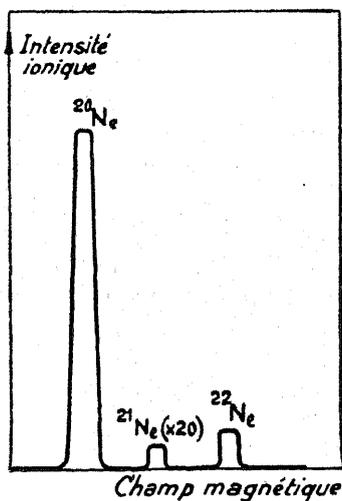


FIG. 2.

Spectre du Néon.

l'intensité du champ magnétique, et en ordonnée l'intensité ionique, dans le cas de néon pur. Il apparaît 3 « pics » dont les intensités relatives sont respectivement: 90,0 — 0,3 et 9,7. Or les méthodes physico-chimiques donnent, par ailleurs, comme masse atomique moyenne du Néon: 20,19; on calcule aisément que cette valeur moyenne est obtenue en attribuant aux 3 pics, les masses respectives: 20,21 et 22. Cette expérience a le double avantage de fournir la composition isotopique du Néon et de fixer l'étalonnage absolu du spectromètre de masse: connaissant, par cette expérience, la valeur de

la constante K de la relation (4), il est désormais possible, avec le même appareil, de déterminer la masse de toute molécule inconnue.

Au lieu de procéder à ce « balayage-magnétique », à champ électrique constant, on aurait pu, tout aussi bien, opérer par balayage électrique, en laissant le champ magnétique constant. Ces deux méthodes, qui sont employées concurremment, ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients, que nous ne discuterons pas ici.

Nous n'avons jusqu'à présent parlé que de la déviation du rayon moyen du pinceau d'ions issu de la fente P_7 . Étant donné que les intensités absolues d'ions mises en jeu dans les spectromètres de masse sont extrêmement faibles, il est particulièrement avantageux de savoir reconcentrer sur la fente P_8 , le pinceau d'ions divergent émergeant de P_7 . Or la technique de l'optique ionique permet ce résultat: on montre en effet que si la zone où est appliqué le champ magnétique homogène affecte la forme d'un secteur circulaire, telle que le rayon moyen du pinceau entre et sorte perpendiculairement de ce champ, il y a focalisation des trajectoires: le point-objet P_7 , le point-image P_8 et le centre de courbure de la trajectoire circulaire sont alignés (fig. 1). Cette relation n'est exacte qu'en première approximation et des aberrations apparaissent dans le plan-image. Il n'en reste pas moins que cette disposition, simple à réaliser, permet de collecter sur la fente P_8 une fraction importante de l'intensité totale émise de P_7 . Le théorème précédent est valable quelle que soit la valeur de l'angle de déviation θ , et parmi les spectromètres de masse modernes construits sur ce principe, l'angle θ choisi a indifféremment les valeurs: 60° , 90° et 180° .

d) *Le collecteur d'ions et l'appareil de mesure du courant ionique*

Le pinceau d'ions qui traverse la dernière fente P_8 heurte finalement une électrode qui est reliée à un amplificateur électronique. Nous avons dit en effet que l'intensité ionique, extrêmement faible, était de l'ordre de 10^{-10} à 10^{-15} ampère; la mesure de tels courants a été longtemps l'un des pro-

blèmes les plus délicats de la spectrométrie de masse. Les techniques modernes de la radio l'ont cependant résolu: en apportant un soin particulier aux questions de blindage, d'isolement, de protection contre l'humidité, etc..., il est possible d'amplifier ce courant d'environ 1 million de fois, avec toutes les garanties habituelles de reproductibilité, sensibilité et linéarité de l'amplification.

Le courant ainsi amplifié peut alors être mesuré à l'aide d'un galvanomètre à lecture directe.

Un perfectionnement à peu près généralement adopté aujourd'hui consiste à enregistrer les résultats: un dispositif automatique fait varier le champ magnétique de façon continue en même temps qu'il entraîne une feuille de papier, sur laquelle un stylet inscrit les déviations fournies par l'amplificateur. Une courbe telle que celle de la figure 2 s'obtient alors en moins d'une minute et dispense des opérations fastidieuses de lecture par points séparés.

e) *L'alimentation en gaz*

On a vu plus haut que la substance à analyser devait être introduite dans la chambre d'ionisation sous une pression d'environ 1/10.000 mm Hg, et l'on sait que la grande majorité des liquides que les chimistes ont à manipuler, présente, à la température ambiante, une tension de vapeur supérieure à cette pression. Il suffira donc de vaporiser la substance à analyser et de prévoir un tube capillaire (ou une plaque poreuse) tel que le débit de gaz dans le spectromètre crée la pression stationnaire convenable dans la chambre d'ionisation (fig. 1).

Pour l'analyse d'huiles lourdes dont la tension de vapeur à la température ordinaire serait trop faible, il suffit généralement de placer l'ensemble du système d'alimentation en gaz, dans une enceinte chauffée à quelques centaines de degrés.

Enfin pour analyser des solides et notamment des métaux, on installe un petit four, porté à très haute température, juste à côté de la chambre d'ionisation: il sort de ce four un jet de molécules ou d'atomes du corps sublimé, dirigé de manière

à rencontrer le pinceau d'électrons ionisants. Il existe d'ailleurs des méthodes qui permettent d'obtenir directement des ions métalliques, à partir d'une surface chauffée, donc sans intervention d'un canon d'électrons. Un certain nombre de sources d'ions pour analyse de substances solides, sont basées sur ce principe.

f) *Les alimentations électriques*

Le principe du spectromètre de masse que nous venons d'exposer rapidement, a révélé que de nombreux courants et tensions électriques, de valeurs les plus diverses, étaient utilisés simultanément. Pour obtenir des résultats reproductibles, il est absolument indispensable que tous ces paramètres électriques soient bien constants. Tous les modèles commerciaux, ainsi que la plupart des appareils modernes construits dans les laboratoires universitaires, sont alimentés à partir du courant du secteur, à l'aide de montages électroniques de stabilisation appropriés. Nous voulons cependant attirer l'attention sur le fait qu'un expérimentateur qui ne serait pas familiarisé avec les techniques de l'électronique, pourrait cependant construire lui-même un spectromètre de masse: le champ magnétique serait créé par un aimant permanent, la haute tension d'accélération par des batteries de piles du commerce, le courant de chauffage du filament par un accumulateur, etc... Seule la question de l'amplificateur fait obligatoirement appel à l'électronique, mais on en trouve maintenant des modèles commerciaux adaptés à cet emploi.

III. — PRINCIPES DE L'ANALYSE PAR SPECTROMÉTRIE
DE MASSE

Nous avons montré, sur l'exemple du néon, que le spectromètre, séparant suivant leurs masses les ions formés à partir de molécules gazeuses, en mesurait les intensités respectives. Il semblerait que, dans ces conditions, cet appareil soit incapable de distinguer des molécules de même masse, ce qui limiterait sérieusement ses possibilités. Bien heureusement, les phénomènes réels sont passablement plus compliqués et

nous les expliquerons sur l'exemple de trois gaz: oxyde de carbone, azote, et éthylène, tous trois de masse 28.

TABLEAU N° 3

Spectres de masse de l'azote, de l'oxyde de carbone et de l'éthylène

Seuls sont présentés les ions correspondants à l'isotope le plus abondant; les pics précédés du signe « i » sont ceux provenant uniquement d'isotopes peu abondants.

Dans le spectre de l'éthylène, il n'est pas possible de préciser la nature des fragments formés en même temps que les ions.

Nombre de masse m/e	N ₂		CO		C ₂ H ₄	
	ion formé	intensité relative de l'ion	ion formé	intensité relative de l'ion	ion formé	intensité relative de l'ion
—	—	—	—	—	—	—
30	i	0,005	i	0,22	i	0,04
29	i	0,74	i	1,16	i	2,22
28	N ₂ ⁺	100,0	CO ⁺	100,0	C ₂ H ₄ ⁺	100,0
27	—	—	—	—	C ₂ H ₃ + H	64,8
26	—	—	—	—	C ₂ H ₂ ⁺ + 2H	62,3
25	—	—	—	—	C ₂ H ⁺ + ..	11,7
24	—	—	—	—	C ₂ ⁺ + ...	3,7
16	—	—	O ⁺ + C	1,67	—	—
15	i	0,02	—	—	CH ₃ ⁺ + ..	0,56
14	{ N ⁺ + N } { N ₂ ⁺⁺ }	4,32	CO ⁺⁺	0,75	CH ₂ ⁺ + ..	6,31
13	—	—	i	0,05	CH ⁺ + ...	3,52
12	—	—	C ⁺ + O	4,71	C ⁺ +	2,14
2	—	—	—	—	H ₂ ⁺ + ...	0,51
1	—	—	—	—	H ⁺ +	4,11

Des électrons accélérés par une différence de potentiel de 50 volts, ont une énergie cinétique bien supérieure aux énergies de liaison qui rassemblent les atomes au sein d'une molécule. Il en résulte que ces électrons sont non seulement capables d'arracher un (ou plusieurs) électrons à chaque molécule, mais parviennent encore à disloquer ces molécules en fragments plus petits, ionisés ou non. Dans le tableau 3, nous présentons la liste des réactions qui apparaissent pour les trois gaz précités. Dans la première colonne est portée la masse de l'ion formé dans la réaction correspondante, et trois colonnes donnent les intensités relatives des ions pour chaque gaz.

Pour toute substance pure il est ainsi possible de dresser une liste des « pics » avec leurs intensités relatives. Cette liste appelée « Spectre de masse » de la substance en est une caractéristique, indépendante de la pression et de l'appareil utilisé. Les intensités relatives sont exprimées par rapport à celle de la masse la plus abondante, arbitrairement fixée à 100. Si l'on mesure l'intensité absolue de cette masse, quand le gaz est introduit sous une pression connue, on détermine la « sensibilité » de l'appareil pour ce gaz, exprimée en ampère de courant ionique par millimètre de mercure de pression.

Disposant alors du *spectre de masse* et de la *sensibilité* du pic principal d'une substance, il est dès lors possible de procéder à un dosage quantitatif de ce corps au sein des mélanges les plus complexes. Les spectres de masse de molécules lourdes comportent un très grand nombre de pics, d'intensités très diverses. Mais rares sont les cas où des composés, de structures moléculaires voisines, auraient des spectres de masse trop peu différents pour permettre l'analyse.

Notons que plus de 1000 corps ont déjà été examinés, leurs spectres de masse et leurs sensibilités publiés (8), ce qui simplifie considérablement le travail de l'analyste.

IV. — APPLICATIONS DU SPECTROMÈTRE DE MASSE

1) *Analyse des hydrocarbures*

L'emploi du spectromètre de masse pour l'analyse de gaz ordinaire a été l'une des premières applications de cet instrument aux problèmes industriels, mais c'est surtout la chimie du pétrole et de ses dérivés qui a généralisé son emploi et permis le développement de modèles commerciaux. Ces industries ont en effet à faire face, chaque jour, à des problèmes analytiques délicats : Pour mettre rapidement au point un nouveau procédé de fabrication, il est extrêmement précieux de pouvoir disposer d'un contrôle instantané de la composition des mélanges réactionnels. Or ces mélanges comportent souvent un grand nombre de composés chimiques, de structures très voisines, et une imprécision de 1 ou 2 % dans l'analyse peut représenter des centaines de tonnes de substance, à l'échelle de la fabrication. La méthode analytique choisie doit donc satisfaire aux trois qualités de rapidité, de précision et de distinction de corps chimiquement voisins.

La distillation fractionnée a longtemps été la seule méthode précise dont pouvaient disposer les techniciens du pétrole : elle a, par contre, l'inconvénient d'être infiniment plus longue que la spectrométrie de masse. Le tableau 4 donne un exemple d'une même analyse effectuée par ces deux procédés (9). Le temps nécessaire pour l'analyse complète par spectrométrie de masse, y compris le calcul des résultats et l'éta-lonnage de l'appareil a été de 4,25 hommes-heure. Le résultat de la 3^e colonne de ce tableau a, au contraire, été obtenu par un fractionnement rigoureux dans une colonne à 100 plateaux et a demandé 10 jours à 24 heures par jour.

On doit cependant ajouter qu'à côté de la spectrométrie de masse, d'autres méthodes physiques telles que les spectroscopies infra-rouge, Raman et ultraviolette, sont désormais couramment employées pour l'analyse des mélanges d'hydrocarbures. Ces diverses méthodes, loin d'entrer en concurrence, ont été heureusement associées pour augmenter encore la rapidité et la précision des analyses.

TABLEAU N° 4

Comparaison des analyses d'un même mélange
par spectrométrie de masse et par distillation fractionnée

Hydrocarbure	Spectrométrie de masse	Distillation fractionnée	Différence
Pentanes	3,7	3,8	— 0,1
2.2. Dimethylbutane ..	15,0	14,0	+ 1,0
Cyclopentane	2,0	1,6	+ 0,4
2.3. Dimethylbutane ..	7,7	9,4	— 1,7
2. Methylpentane	32,2	33,0	— 0,8
3. Methylpentane	14,6	13,9	+ 0,7
n. Hexane	13,5	12,8	+ 0,7
Methylcyclopentane . .	9,3	8,7	+ 0,6
Benzène.	2,1	2,9	— 0,8

2) *Détection des traces d'impuretés*

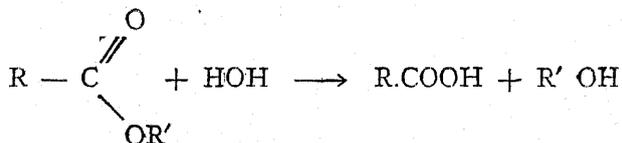
A côté de l'analyse classique de mélanges de gaz en concentrations comparables, on se heurte souvent au problème de la détection d'une faible trace d'une substance déterminée dans un mélange de composition quelconque. Ici encore on a fait appel au spectromètre de masse et cette technique s'est perfectionnée aux U.S.A., pendant la dernière guerre, à l'occasion du programme de développement accéléré de l'énergie nucléaire. Les procédés de séparation des isotopes de l'uranium exigeaient la construction d'enceintes parfaitement étanches, et de volumes fantastiques en comparaison de ce que la technique du vide avait produit jusque là. Les méthodes habituelles de recherche des fuites ne pouvant satisfaire à l'urgence des réalisations, on construisit des spectromètres de masse simplifiés, aisément transportables et « accordés » sur une seule masse: la masse 4 de l'hélium (10). Si l'on relie la chambre d'ionisation d'un tel spectromètre à l'enceinte à vide à examiner et que l'on dirige sur les joints ou soudures

suspectés de fuite, un jet d'hélium provenant d'un cylindre de gaz comprimé, la moindre fissure sera localisée, du fait d'une brusque apparition d'un courant ionique. La sensibilité de la méthode n'est limitée que par la concentration normale de l'hélium dans l'air atmosphérique: soit environ 1/200.000.

On sait que des industries de plus en plus nombreuses font appel à la technique du vide: la métallurgie fine du zinc et de l'aluminium, la concentration des vitamines, la déshydratation du plasma et de la pénicilline, la fabrication d'aliments concentrés en poudre (11), etc... C'est grâce à la méthode de détection des fuites exposée ci-dessus que le montage de toutes ces installations a pu être considérablement accéléré et simplifié. Il en a été d'ailleurs de même pour tous les montages où l'étanchéité est indispensable: les circuits de réfrigération, les réservoirs pour hautes pressions, les « pipelines » enterrés destinés au transport de gaz à grande distance (12): dans ce dernier cas, il n'est même pas nécessaire d'interrompre la circulation de gaz: on y ajoute environ 1 % d'hélium et la chambre d'ionisation du spectromètre de masse portatif est connectée à une sonde que l'on enfonce dans le sol, au voisinage du tuyau.

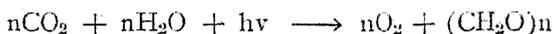
3) Méthodes des éléments marqués Application à la chimie biologique

Il est souvent difficile d'élucider le mécanisme des réactions chimiques, faute de pouvoir distinguer les divers atomes d'un même élément. Prenons l'exemple de la saponification d'un ester:



les méthodes purement chimiques ne peuvent nous dire si l'atome d'oxygène de l'alcool formé, provient de la molécule d'eau ou de la molécule d'ester.

Il en est de même de la photosynthèse :



Avant de chercher à comprendre le détail des réactions successives qui conduisent au glucide final, il serait déjà intéressant de savoir si les atomes d'oxygène contenus dans $(\text{CH}_2\text{O})_n$ proviennent en totalité du gaz carbonique, de l'eau, ou des deux à la fois. On ne peut obtenir de réponse à ces questions que dans la mesure où l'on sait différencier ces deux sources d'atomes d'oxygène, cette distinction étant toutefois suffisamment faible pour ne pas perturber la réaction elle-même. Les isotopes remplissent précisément ces conditions, et dès leur découverte, on a pensé à les utiliser pour « marquer » certains atomes. Le tableau 5 donne la liste des isotopes connus pour les cinq éléments qui interviennent le plus souvent en chimie organique et en biologie. La colonne 4 du tableau indique les rapports d'abondance moyens, c'est-à-dire les concentrations relatives moyennes de ces isotopes dans l'écorce terrestre.

De nombreuses méthodes de fractionnement, que nous ne pouvons décrire ici, permettent de séparer les isotopes, ou tout au moins d'obtenir des éléments « enrichis », c'est-à-dire des mélanges d'isotopes dont le rapport d'abondance est différent du rapport normal.

On remarquera qu'à côté des isotopes stables, existent pour chaque élément des isotopes radioactifs, dont la concentration naturelle est d'ailleurs extrêmement faible, sinon nulle, mais que l'on sait désormais produire, en assez grandes quantités, par réactions nucléaires dans les piles.

On dispose donc, du moins théoriquement, de deux méthodes de marquage des molécules qui entrent dans une réaction chimique :

— a) *le marquage radioactif* : Dans l'exemple de la synthèse chlorophyllienne cité plus haut, on pourrait concevoir deux expériences successives : dans la première, l'oxygène des molécules de CO_2 serait en partie constitué d'un isotope radioactif (de masse 14, 15 ou 19) et dans la deuxième, l'oxygène

TABLEAU N° 5

Composition isotopique des principaux éléments
qui interviennent en chimie organique

	Charge du noyau	Nombre de masse	Abondance naturelle moyenne (%)	Périodes des isotopes radioactifs
Hydrogène ..	1	1	99,985	stable
Deuterium ..		2	0,015	stable
Tritium		3	—	11 ans
<hr/>				
Isotopes du carbone . .	6	10	—	20 sec.
		11	—	21 min.
		12	98,9	stable
		13	1,1	stable
		14	—	5.000 ans
<hr/>				
Isotopes de l'azote . . .	7	13	—	10 min.
		14	99,62	stable
		15	0,38	stable
		16	—	8 sec.
		17	—	4 sec..
<hr/>				
Isotopes de l'oxygène .	8	14	—	77 sec.
		15	—	126 sec.
		16	99,757	stable
		17	0,039	stable
		18	0,204	stable
	19	—	30 sec.	
<hr/>				
Isotopes du soufre . . .	16	31	—	3 sec.
		32	95,06	stable
		33	0,74	stable
		34	4,18	stable
		35	—	87 jours
		36	0,016	stable
		37	—	5 min.

de l'eau serait au contraire marqué. On isolerait, dans chacun de ces cas, le glucide formé et y doserait l'oxygène radioactif, à l'aide, par exemple, d'un compteur Geiger-Muller.

— b) *le marquage isotopique*: Dans chacune des deux expériences précédentes, l'oxygène utilisé serait seulement un mélange des deux isotopes stables ^{16}O et ^{18}O , enrichi en isotope 18. Le glucide formé n'étant pas directement analysable au spectromètre de masse, il serait nécessaire de le détruire en faisant apparaître ses atomes d'oxygène dans une molécule simple (O_2 , H_2O , CO_2), plus facile à introduire dans l'appareil. L'analyse isotopique de l'oxygène de cette molécule renseignerait donc sur l'origine de l'oxygène de la molécule de glucide.

Cet exemple nous a montré que la méthode de marquage radioactif avait le grand avantage de ne pas détruire la matière à analyser et de suivre l'avancement de la réaction chimique par une analyse simple et continue. Malheureusement, l'expérience théorique que nous avons imaginée n'est pas réalisable, en raison des durées de vie trop brève des isotopes radioactifs de l'oxygène (voir Tableau 5).

Seuls le tritium (période de 11 ans), le carbone 14 (5.000 ans) et le soufre 35 (87 jours) sont des radioisotopes pratiquement utilisables. Le tritium est d'ailleurs encore très rare et onéreux; il n'a été que peu utilisé comme isotope marqueur.

En résumé, le marquage radioactif est une méthode simple, rapide et extrêmement sensible, mais elle n'est applicable qu'à un petit nombre d'éléments chimiques. Le marquage isotopique, au contraire, est une méthode plus longue, moins sensible, tributaire de l'analyse par spectrométrie de masse, mais elle est beaucoup plus générale.

Il serait fastidieux d'énumérer toutes les réactions dont le mécanisme a été élucidé grâce à la méthode des éléments marqués. Précisons que l'emploi d'oxygène enrichi en isotope 18, a permis de résoudre les deux problèmes que nous avons évoqués plus haut: dans la saponification de l'acétate d'amyle, l'oxygène de l'alcool amylique formé provient exclusivement de la molécule d'ester (13); dans la photosyn-

thèse, c'est l'eau qui fournit tout l'oxygène contenu dans la molécule de glucide (14).

Le résultat général le plus important apporté par l'emploi des isotopes stables en chimie biologique, a été la découverte de l'équilibre dynamique des constituants de la matière vivante. Des travaux très minutieux, effectués principalement aux Etats-Unis, ont été consacrés à l'étude du métabolisme des graisses et des protéines enrichies respectivement en oxygène 18 et en azote 15. On découvre ce fait, complètement imprévu jusqu'alors, que la plupart des composés cellulaires sont dans un état de perpétuelle dégradation et re-synthèse: ces deux réactions inverses procèdent à de si grandes vitesses que *tous* les atomes de certains organes peuvent être renouvelés en quelque jours, si ce n'est en quelques heures (15).

Notons encore la vitesse de diffusion du cholestérol dans l'organisme, l'assimilation du gaz carbonique par certains tissus animaux (16), l'utilisation de l'acide acétique dans la biosynthèse des acides gras (17), etc...: autant de problèmes qui ont été étudiés avec succès grâce à l'emploi des mélanges isotopiques enrichis et du spectromètre de masse.

4) *Application à la géologie*

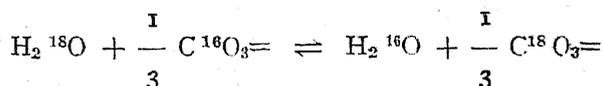
On a observé que les concentrations relatives des isotopes d'un même élément dans la nature n'étaient pas absolument constantes, mais dépendaient de l'origine et du passé géologique de l'échantillon.

Les valeurs portées dans le tableau 5 ne sont donc que des moyennes, les valeurs vraies pouvant s'en écarter légèrement. L'étude systématique de ces faibles variations de concentration a conduit à des résultats remarquables dont nous donnerons quelques exemples:

a) NIER (18) a constaté que le rapport d'abondance $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ était plus petit dans les minéraux que dans le carbone d'origine organique. Et c'est grâce à cette observation que l'on a pu déceler des traces de vie dans des roches très anciennes (archéen) dépourvues de tout fossile.

b) DOLE (19), dès 1935, a observé que l'oxygène atmosphérique était plus riche en ^{18}O que celui des eaux naturelles. Ce résultat curieux n'a pas encore eu d'explication satisfaisante car il vient en contradiction avec l'hypothèse géochimique selon laquelle l'oxygène de l'air aurait principalement été formé par réaction de photosynthèse dans les végétaux.

c) On sait que les propriétés physico-chimiques d'un élément dépendent faiblement de sa masse: ce sont précisément ces légères différences de propriétés qui sont exploitées industriellement pour la préparation de mélanges isotopiques enrichis: il n'est donc pas déraisonnable d'admettre que des phénomènes naturels analogues puissent conduire à une certaine sélection isotopique. Considérons par exemple la réaction d'échange des isotopes de l'oxygène dans l'équilibre de l'eau avec les carbonates:



UREY et ses collaborateurs (20) ont montré que la constante d'équilibre de cette réaction dépendait un peu de la température: une élévation de température de 0° à 25°C entraîne une variation de 0,44 % de la concentration de ^{18}O dans le carbonate. Il en résulte que la composition isotopique des carbonates contenus dans les animaux marins dépend de la température de l'eau où ils vivent. Et c'est ainsi que le spectromètre de masse, en analysant l'oxygène des sédiments, permet de déterminer la température des mers, à l'époque de la formation de ces dépôts.

d) Le problème de l'âge de la terre a, de tous temps, préoccupé les chercheurs et de nombreuses méthodes d'estimation des âges géologiques ont été proposées. Ici encore la spectrométrie de masse a fourni une importante contribution, grâce à l'analyse isotopique des minerais radioactifs.

On sait que le Thorium 232, l'Uranium 238 et l'Uranium 235, après plusieurs transformations successives, apparaissent finalement sous la forme de 3 isotopes stables du plomb, de masses respectives: 208, 206 et 207.

TABLEAU N° 6

^{232}Th	→ —	(13,9 . 10 ⁹ années)	→	^{208}Pb
^{238}U	→ —	(4,56 . 10 ⁹ années)	→	^{206}Pb
^{235}U	→ —	(0,71 . 10 ⁹ années)	→	^{207}Pb

Désintégration radioactive du Thorium et de l'Uranium

Les périodes de ces 3 filiations, données dans le tableau 6, constituent des étalons de temps, à l'échelle des périodes géologiques et l'on conçoit que l'âge d'un minerai puisse être déterminé par la mesure des concentrations relatives d'un élément radioactif et de l'isotope du plomb correspondant.

La même méthode a pu être appliquée aux minerais de potassium et de rubidium, ces deux éléments ayant chacun un isotope radioactif naturel. Il n'est pas possible d'entrer ici dans le détail des patientes recherches et des discussions détaillées qu'ont suggérées ces phénomènes (21). Notons seulement combien il est remarquable que ces diverses méthodes *indépendantes* aient, toutes, conduit à une durée de l'ordre de 3.000 à 4.000 millions d'années, comptée à partir de la solidification de l'écorce terrestre.

5) *Application à l'étude des structures moléculaires*

Nous avons dit que, dans la plupart des spectromètres de masse, les molécules étaient ionisés par chocs d'électrons accélérés par une différence de potentiel de l'ordre de 50 à 100 Volts. L'énergie cinétique de ces électrons étant largement supérieure aux énergies moyennes de liaison des atomes, au sein des molécules, il y a non seulement ionisation mais aussi dissociation des molécules en fragments plus petits. Les intensités relatives des divers ions formés à partir d'une même espèce moléculaire sont à peu près indépendantes de l'énergie électronique, du moins dans la limite de 50 à 100 électron-volts.

Supposons maintenant que l'on diminue progressivement l'énergie électronique: le spectre de masse se modifie profon-

dément et l'on observe pour chaque ion un seuil, appelé « potentiel d'apparition », qui est l'énergie minima que doit posséder un électron pour provoquer la formation de cet ion.

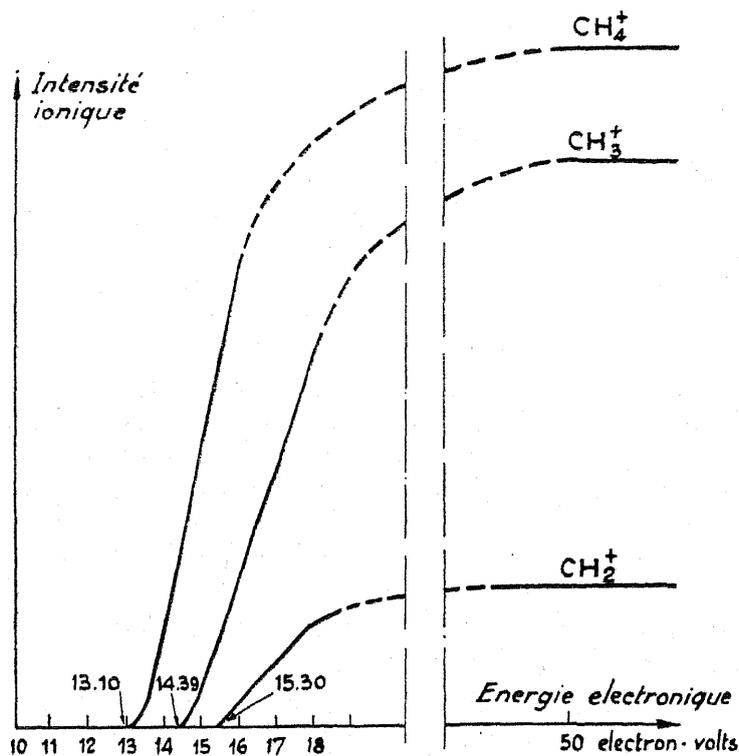


FIG. 7.

Variation du spectre du Méthane avec l'énergie électronique.

La figure 7 donne l'allure de la variation des intensités des ions CH_4^+ , CH_3^+ et CH_2^+ à partir du méthane (22), en fonction de l'énergie des électrons incidents. On doit donc conclure que 14,39 électron-volts (potentiel d'apparition de CH_3^+) représente l'énergie minima nécessaire pour arracher un électron et couper une liaison C-H dans le méthane; il faut, de même, un minimum de 15,30 électron-volts pour arracher un électron et couper 2 liaisons C-H dans cette même

molécule, etc... Tel est le principe, très succinctement exposé, des méthodes développées par les physico-chimistes, qui permettent, à partir des mesures de potentiels d'apparition, de calculer des énergies de liaison intra-moléculaires.

6) *Application à l'étude des molécules peu stables*

On a été conduit à émettre l'hypothèse que, dans de nombreuses réactions chimiques, il se forme des composés intermédiaires, instables, tels que des peroxydes, des radicaux libres, des atomes, etc... Pour bien comprendre le mécanisme des réactions complexes, il serait nécessaire de doser ces composés et de connaître leurs propriétés. Malheureusement, leurs très courtes durées de vie sont incompatibles avec les méthodes analytiques classiques. Leur étude n'a pu être abordée que depuis une vingtaine d'années, grâce à diverses techniques physico-chimiques telles que la spectrographie lumineuse, la mesure des susceptibilités magnétiques, etc... ELTENTON, aux Etats-Unis, en 1947, a montré que le spectromètre de masse pouvait être adapté à ces recherches, et constituait un instrument d'une inestimable valeur dans le domaine de la cinétique chimique :

Supposons que le récipient où se produit la réaction soit accolé à la chambre d'ionisation du spectromètre et qu'un petit orifice soit percé dans la paroi qui sépare ces deux enceintes. Moyennant certaines précautions de montage, l'appareil peut être conçu de telle sorte que les composés instables formés dans la zone de réaction pénètrent dans la chambre d'ionisation en ne subissant qu'un très petit nombre de chocs sur les parois ou sur d'autres molécules. Il s'écoule alors moins de $1/10.000^{\circ}$ seconde entre le moment où ces composés sont formés dans le « réacteur » et l'instant où ils sont analysés dans le spectromètre. Eltenton a appliqué cette technique, avec succès, à la détection de radicaux libres dans des flammes et dans des décompositions thermiques homogènes de molécules organiques simples.

En 1950, nous avons entrepris la construction d'un dispositif analogue, au laboratoire de M. le Professeur LETORT, à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy. Ce mon-

tage, achevé en 1953, a déjà apporté des renseignements inédits dans l'étude de la décomposition de molécules en radicaux libres, au contact de surfaces métalliques portées à haute température (24). Ce travail n'a pu être mené à bien que grâce à la confiance que nous a toujours accordée M. le Professeur LETORT durant la période longue et parfois décevante de la mise au point de l'appareil. Nous l'en remercions bien sincèrement.

Nous espérons avoir montré, sur ces quelques exemples, que les applications de la spectrométrie de masse sont aussi nombreuses que variées, et que cette technique moderne d'analyse pourrait avantageusement être utilisée par maint chercheur, dans quelque branche qu'il travaille. Nous avons également souligné le fait que la construction d'un spectromètre de masse n'est plus réservée aux spécialistes de l'électronique, mais pourrait être envisagée dans tout laboratoire universitaire doté d'un atelier moyennement équipé.

Nous ne pouvons, en conclusion, que recommander vivement la lecture d'un ouvrage récent d'un spécialiste anglais : G.P. BARNARD (25), ouvrage dont nous nous sommes grandement inspiré dans le présent exposé.

*(Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques,
Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.)*

RÉFÉRENCES

1. GOLDSTEIN. — Ber. dtsch. Chem. Ges. 39, p. 691 (1885).
2. THOMSON (J.J.). — Rays of Positive electricity and their application to chemical analyses (Londres 1913).
3. ASTON (F.W.). — Phil. Mag. 38, p. 709 (1919).
4. DEMPSTER (A.J.). — Phys. Rev. 11, p. 316 (1918).
5. BLEAKNEY (W.). — Phys. Rev. 40, p. 496 (1932).
6. TATE (J.T.) et SMITH (P.T.). — Phys. Rev. 46, p. 773 (1934).
7. NIER (A.O.). — Phys. Rev. 50, p. 1041 (1936); 52, p. 933 (1937); Rev. Sci. Instrum. 11, p. 212 (1940); 18, p. 398 (1947).
8. — American Petroleum Institute Research Project 44 — Mass Spectra data published by the National Bureau of Standards - Washington - U.S.A.
9. WASHBURN (H.W.), WILEY (H.F.) et ROCK (S.M.). — Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 15, p. 541 (1943).
10. WORCESTER (W.G.) et DOUGHTY (E.G.). — Trans. Amer. Inst. Elect. Eng. 65, p. 946 (1946).
11. MORSE (R.S.). — Ind. Eng. Chem. 39, p. 1064 (1947).

12. WOUK (V.). — *Electronics*, 19, p. 138 (1946).
DEUTSCH (Z.G.) et RAIBLE (F.). — *Chem. Eng.* 57, p. 279 (1950).
 13. POLANYI (M.) et SZABO (A.L.). — *Trans. Farad. Soc.* 30, p. 508 (1934).
 14. RUBEN (S.), RANDALL (M.), KAMEN (M.D.) et HYDE (J.L.). — *J. Amer. Chem. Soc.* 63, p. 877 (1941).
 15. SCHOENHEIMER (R.). — *The dynamic state of body constituents* (Harvard University Press, 1942).
— American Cancer Society - Symposium on the use of isotopes in biological research (1947).
 16. WOOD (H.G.) et WERKMAN (C.H.). — *Biochem. J.* 34, p. 129 (1940).
 17. RITTENBERG (D.) et BLOCH (K.). — *J. Biol. Chem.* 160, p. 417 (1945).
 18. NIER (A.O.) et GULBRANDSEN (E.). — *J. Amer. Chem. Soc.* 61, p. 697 (1939).
MURPHEY (B.F.) et NIER (A.O.). — *Phys. Rev.* 59, p. 771 (1941).
 19. DOLE (M.). — *J. Amer. Chem. Soc.* 57, p. 2731 (1935).
DOLE (M.). — *Science* 109, p. 77-81 et p. 96 (1949).
 20. UREY (H.C.), LOWENSTAM (H.A.), EPSTEIN (S.), Mc KINNEY (C.R.). — *Bull. Geol. Soc. Amer.* 62, p. 399 (1951).
 21. NIER (A.O.). — *Phys. Rev.* 55, p. 150 (1939).
HOLMES (A.). — *Trans. Geol. Soc. Glasgow*, 21, part 1, p. 117 (1947).
 22. Mc DOWELL (C.A.) et WARREN (J.W.). — *Discuss. Farad. Soc.* n° 10, p. 53 (1951).
 23. ELTENTON (G.C.). — *J. Chem. Phys.* 15, p. 455 (1947).
 24. LE GOFF (P.). — *J. Chimie Phys.* 50, p. 424 (1953).
 25. BARNARD (G.P.). — « *Modern Mass Spectrometry* », The Institute of Physics, Londres 1953.
-

ÉTUDE DES FACTEURS DÉTERMINANT LA VIRULENCE
DE QUATERNARIA PERSOONII TULASNE (*)

PAR

R. LAUGIER

Au cours de ces dernières années, on constatait le dépérissement du Hêtre en forêt domaniale du Grison, dans la région de Mâcon. A l'automne 1950, la maladie a pris une certaine extension: les arbres sont attaqués soit isolément, soit par petits groupes de 10 à 60, la contagion se faisant par taches et exigeant l'abatage et l'évacuation immédiate d'environ 10 % d'un peuplement dont l'âge moyen est de soixante ans. La superficie touchée par la maladie est de l'ordre de 100 hectares.

La forêt du Grison est située entre la Saône et la Crosne: les deux divières enserrent entre elles les monts du Mâconnais formant trois lignes de crêtes presque parallèles et orientées SW-NE. L'une des lignes de crêtes à l'Ouest du massif, est à une altitude moyenne de 600 mètres. En allant vers l'Est et successivement on rencontre: un plateau dont l'altitude est de 400 mètres environ, une deuxième ligne de crêtes à l'altitude moyenne de 520 mètres, une dépression assez profonde dont les flancs sont dissymétriques: une pente plus douce à l'Est; enfin une troisième ligne de crêtes atteignant 370 mètres d'altitude. C'est dans la dépression que se trouve la forêt. Or les deux premières lignes de crêtes à partir de l'Ouest barrent la route aux vents dominants et la forêt se trouve ainsi privée d'une partie des précipitations qu'elle aurait pu recevoir. Le ruisseau du Grison qui draine la forêt domaniale du même nom coule du Sud au Nord et se jette dans la Crosne: sa vallée suit l'axe de la dépression médiane longitudinale du massif du Mâconnais. Cette dé-

(*) Note présentée à la séance du 11 mars 1954.

pression est un champ de failles; les terrains sont constitués à l'Est par des couches argilo-calcaires avec pendage W; donc les niveaux de sources affleureront dans la vallée de la Saône. La partie Ouest est constituée par un socle cristallin. Dans ces conditions, la mise en réserve de l'eau paraît difficilement réalisable.

La sécheresse relative de ces dernières années a fait ressentir ses effets néfastes dans cette région plus qu'ailleurs en raison du dispositif défavorable du relief. Si nous considérons comme une année normale, l'année 1950 comportant pour la région de Nancy 737 mm de pluie, pendant la période 1945-50 la même région n'a reçu que 656 mm soit un déficit de 10 %. A Clermont-Ferrand, le déficit est de 35 %. A l'échelon local, quatre stations météorologiques vont nous permettre de chiffrer exactement la pluviosité dans le massif du Mâconnais:

A Cluny, pour une altitude de 246 m le déficit de la pluviosité est de 32 % pendant les années 1945-50, avec le maximum de 52 % pour 1948-49.

A Château, qui est à l'altitude de 365 m, le déficit moyen est de 60 %, avec un maximum de 70 % pour 1949-50.

En ce qui concerne Tramayes et Gigny, nos renseignements ne sont pas suffisamment précis pour pouvoir établir une moyenne trentenaire des chutes de pluie, mais pour chacune de ces deux stations dont l'altitude est respectivement de 480 et 183 m le déficit n'est jamais inférieur à 30 % pour la période 1945-50.

Une opinion assez répandue veut que l'année 1949-50 ait été assez humide; or, ce sont les derniers mois qui ont été davantage pluvieux, et, cette année-là, sur toute l'étendue du territoire national, trois stations seulement ont reçu un total de précipitations dépassant de très peu la normale (1). En ce

(1) Si on donne aux saisons météorologiques, d'après la valeur de leur pluviosité par rapport à la normale les qualificatifs suivants:

très pluvieuses pour les rapports supérieurs à	1,30
pluvieuses	» compris entre 1,30 et 1,15
normales	» » 1,15 et 0,85
sèches	» » 0,85 et 0,70
très sèches	» inférieurs à 0,70

nous constatons que pendant les années 1945-50, les saisons se répartissent ainsi:

qui concerne la forêt du Grison, si nous prenons les chiffres de Cluny pour base, les valeurs de la pluviosité des années 1946-50 par rapport à la normale sont de : 0,76 - 0,77 - 0,48 - 0,70 par conséquent, deux années dites « sèches » et deux années « très sèches » dont le déficit vient renforcer les effets du relief sur lesquels nous venons précédemment d'insister.

Ces différents facteurs physiques ayant été mis en lumière, il convient de définir les exigences d'ordre écologique du Hêtre. Il est généralement admis que le Hêtre ne s'installe spontanément que si le degré d'humidité de l'atmosphère est élevé, et, dans l'étage montagnard, les zones respectives de végétation du Hêtre et du Chêne pubescent, par exemple, sont bien tranchées, le Hêtre s'arrêtant à la limite inférieure de la formation des brouillard. En fait la juxtaposition du Hêtre et du Chêne pubescent constitue une contradiction et s'il n'y a pas de Chêne pubescent en forêt du Grison, on y constate la présence de son compagnon inséparable : le Buis, qui a les mêmes exigences et dont les stations naturelles se trouvent disséminées dans le peuplement de Hêtre. La carte indique que la forêt des Buis est un petit massif forestier situé au Nord de la forêt du Grison dans les monts du Mâconnais.

Nous avons vu que la dépression était orientée SW-NE ; donc le flanc exposé à l'Est, abrupt est favorable à l'installation spontanée du Hêtre ; le flanc exposé à l'Ouest, à pente douce, intensément et longuement soumis à l'insolation ne peut être propice qu'au Buis. Nous pouvons en conclure que l'étendue et la situation topographique actuelle de la forêt résulte de son extension hors de son aire naturelle à une époque que nous n'avons pas pu déterminer exactement, mais déjà fort ancienne, puisqu'en 1915 ce même peuplement était exploité à l'âge moyen de 120 ans.

Il est également intéressant de constater que le peuplement est dense au point que les arbres sont sous-alimentés, leurs

très pluvieuses : 9 % ; pluvieuses : 8 % ; normales : 28 % ; sèches : 23 % ; très sèches : 33 %.

Le déficit total est inégalement réparti entre le semestre chaud (39 %) et le semestre froid (61 %).

racines cherchant mutuellement leur nourriture dans la zone d'expansion de celles de leurs voisins; une tendance à l'étiollement résulte de la densité des tiges, si bien que le diamètre des troncs est hors de proportion avec leur hauteur (1). La coupe transversale de divers échantillons malades montre que la plupart ont été blessés il y a 35 à 38 années; les plaies parfaitement cicatrisées en l'espace de 2 à 5 ans ne permettent pas d'établir un rapport de cause à effet entre ces lésions et la maladie actuellement constatée. Ces blessures sont d'origine mécanique et correspondent à la période 1910-15. L'étiollement et la densité du peuplement se reflètent dans la structure du bois: les accroissements ligneux des premières années sont normaux, cela dure jusque vers 1915 date approximative de la fin de la période de cicatrisation. Le sous-bois alors constitué par une régénération spontanée de Hêtre prend de l'extension; à cette période correspondent des cernes d'accroissement annuel de plus de 3 mm., mais bientôt les arbres commencent à se gêner réciproquement et les éclaircies ont été insuffisantes au point que la moyenne des accroissements ligneux des quinze dernières années est inférieure au 1/3 de millimètre. Le développement insuffisant des cîmes, l'étiollement prolongé suivi d'une sécheresse persistante, la chimiosynthèse réduite, sont autant de facteurs qui expliquent l'attaque de *Quaternaria Persoonii* Tul.

Ce cryptogame appartient à l'ordre des Pyrenomycètes et et à la famille des Diatrypacées. Un autre cycle de développement l'apparente à deux espèces de Mélanconiales considérées autrefois comme distinctes et qui en sont les formes conidiennes: *Libertella faginea* et *Naemaspora crocea*. C'est un saprophyte extrêmement répandu dans la nature, endémique dans toute l'Europe, facile à observer sur les bois destinés au chauffage ayant séjourné quelque temps sur les lieux de l'abatage, ainsi que sur les bois de divers feuillus.

L'hôte préféré de ce champignon est cependant le Hêtre pour lequel il présente une affinité toute particulière.

(1)	Parcelle	C	arbres de 75 ans	diamètre moyen: 0 m 30
	»	D	» 65 ans	» : 0 m 20
	»	I	» 60 ans	» : 0 m 20
	»	E	» 125-130 ans	» : 0 m 40

En forêt du Grison, l'infection s'est propagée à partir des cimes qui se sont contaminées par voisinage, le vent se chargeant de multiplier les brisures et autres traumatismes tissulaires qui sont indispensables à l'entrée du parasite. La marche de la maladie est descendante, les cimes sèchent par petits groupes, ce qui donne au dépérissement l'aspect en taches signalé précédemment. Nous n'avons pas observé que *Quaternaria Persoonii* Tul. s'attaquait aux feuilles, ainsi que le prétendent certains auteurs qui supposent une infection foliaire, qui se propagerait par la voie vasculaire jusqu'aux racines. Ce champignon lignicole n'est absolument pas follicole. Au cours de sa progression, il couvre les grosses branches et une partie du tronc d'une infinité de stromas fructifères en un temps qui ne dépasse pas quelques semaines.

Une fois installé dans les tissus, le parasite s'y développe avec une extrême rapidité en détruisant les tissus corticaux, le liber et le cambium, ce qui aboutit à une grave perturbation de la conduction et de la croissance. Sous la cuticule restée intacte, l'écorce subit des modifications importantes, jaunissant d'abord, brunissant ensuite, elle devient une masse granuleuse noire, sèche, friable qui s'élimine facilement en petits fragments, laissant le bois à nu. Les parties ligneuses ne sont pas épargnées. Le bois est assez profondément pénétré par une échauffure qui n'a pas toujours suscité de réaction de défense de la part de l'hôte; les arbres dont la croissance a été la plus médiocre n'ont élaboré ni substances tanoïdes, ni matières colorantes témoins de la cicatrisation chimique, ni cicatrisation cambiale. La zone échauffée est grisâtre plus ou moins foncée, au microscope on observe des vaisseaux du bois dont la lumière est occlue par des filaments mycéliens et des chapelets de chlamydozoïdes imprégnés de pigments sombres. La section transversale des arbres les mieux développés présente la ligne sombre d'une cicatrisation chimique effective, accompagnée d'ébauches cicatricielles cambiales discrètes. Mais l'infection a débordé cette barrière et a continué bien au delà l'envahissement des tissus ligneux; dans ce second cas, l'arrêt du dépérissement ne paraît plus possible.

Des insectes sont intervenus secondairement dans la pro-

pagation de la maladie; ils trouvent sur des arbres affaiblis un terrain propice à leur développement et c'est ainsi que des Bostrychidés se sont installés sur ce qui restait d'écorce saine. L'attaque des insectes est postérieure à celle du parasite fongique, mais elle est intervenue au cours de l'année 1950 pendant la période d'activité du cambium : l'examen à la loupe des galeries des larves montre en effet des ébauches de recouvrement de ces galeries par du tissu cambial. Les Bostrychidés, en particulier *Taphrorychus bicolor* Herbst dont les larves ont été identifiées, ont aggravé le dépérissement du Hêtre en transportant le champignon dans leurs galeries, provoquant ainsi l'éclosion de nouveaux foyers dans une partie du tronc qui était encore indemne de tout parasite. Sur le toit des galeries c'est la forme imparfaite *Liberella faginea* qui s'est développée.

La part directe des Bostryches dans la maladie du Hêtre est certes minime, mais leur rôle dans la dissémination des spores est très grand, attendu que si le vent est capable de transporter les spores à des distances supérieures au rayon d'action de ces insectes, pour qu'il y ait infection, l'intervention d'insectes xylophages implique automatiquement la multiplicité des lésions tissulaires indispensables à la pénétration des tissus par le mycelium.

Quaternaria Persoonii Tul. n'est donc pas uniquement le saprophyte ubiquiste que tout mycologue peut observer avec la plus grande facilité sur le bois de Hêtre gisant ou destiné au chauffage. Il n'est pas non plus seulement le parasite d'extrême faiblesse s'attaquant à des rameaux sans vigueur tel que l'ont décrit les auteurs anciens et provoquant l'élagage naturel. Cent cinquante années de recherches n'avaient réussi qu'à mettre en lumière la parenté des formes sexuées et conidiennes, mais la biologie avait été laissée de côté. Le pouvoir pathogène entrevu par Wilkomm, n'avait pas été étudié. Dans des conditions biologiques bien définies, ce cryptogame est capable de s'attaquer à des arbres sains, qui ont surmonté des blessures importantes, mais qui, arrivés à un âge de soixante à cent trente ans se trouvent depuis plus de quinze ans dans des conditions de végétation anormale. Si on admet que le Hêtre a été introduit hors de son aire nor-

male, l'avenir de la forêt de Grison était alors intimement lié aux précipitations atmosphériques, et un tel équilibre instable pouvait être facilement rompu par la succession d'une série d'années sèches. Cette exaltation subite de la virulence est intéressante, habitués que nous sommes depuis ces dernières années à observer, tant en forêt qu'en pépinière, des dégâts d'importance variable dus à des champignons réputés inoffensifs, et devenus parasites à la suite de circonstances accidentelles.

Depuis l'époque où nous avons fait nos premières observations, que s'est-il passé ?

La pluviosité plus importante de l'année 1951 a permis un renversement de la situation au profit du Hêtre; seuls les arbres touchés à mort ont été réalisés. Une récédive de la maladie a été constatée pendant l'été 1951 et depuis à chaque saison sèche la forêt souffre à nouveau en même temps que des foyers de *Quaternaria* réapparaissent. Ces récédives n'ont jamais pris de proportions inquiétantes, mais le cryptogame est là, n'attendant que des conditions favorables soient réunies pour qu'il puisse se manifester. Il est hors de doute que cette forêt installée trop près du climat de la vigne souffre des longues sécheresses; cependant lors des régénérations l'Administration des Eaux et Forêts s'applique à donner la prédominance au Chêne rouvre sur le Hêtre dans cette station où il se plaît bien. Les vides sont d'autre part enrésinés en Cèdres et en Abies de Nordmann, si bien qu'il est exagéré de continuer à affirmer que la pérennité de la forêt du Grison est dangereusement menacée, bien que le Hêtre soit condamné à en disparaître.

**DE L'EXISTENCE DE VOIES NEUROSECRETOIRES
HYPOTHALAMO-TELENCÉPHALIQUES
CHEZ LA CHAUVÉ-SOURIS (*Rhinolophus ferrum equinum*)
EN ÉTAT D'HIBERNATION (*)**

PAR

J. BARRY

Nous avons, dans une communication précédente, rapporté un certain nombre d'observations concernant l'existence, chez la chauve-souris en hibernation, de voies neurosécrétoires hypothalamo-épipithalamiques et hypothalamo-mésencéphaliques.

Les recherches que nous avons poursuivies depuis sur le même matériel nous ont permis de confirmer certaines des hypothèses formulées dans cette communication et d'établir l'existence d'autres voies neurosécrétoires qui peuvent être groupées sous la dénomination de voies « hypothalamo-télencéphaliques ».

Ces voies neurosécrétoires hypothalamo-télencéphaliques semblent tirer leur origine à la fois des noyaux supra optiques (NSO) et des noyaux paraventriculaires (NPV). Il paraît assez difficile de discerner la part relative prise par chacune de ces formations dans la constitution de ces voies, d'autant que la distinction entre NPV et NSO devient arbitraire dès qu'on l'envisage dans les régions latérales de l'hypothalamus, la partie inféro-externe du NPV se continuant avec la portion supéro-externe du NSO.

Nous pensons cependant que les NPV participent de façon prépondérante à la constitution des voies neurosécrétoires hypothalamo-télencéphaliques « directes » et de façon

(*) Note présentée à la séance du 8 avril 1954.

probablement exclusive à celle des voies hypothalamo-téle-
céphaliques « ascendantes » et « antérieures ».

Du point de vue descriptif, on peut en effet, répartir les
voies neurosécrétoires hypothalamo-télecéphaliques en :

1) voies « directes » dont les fibres pénètrent dans le té-
lencéphale isolément ou par petits faisceaux en décrivant des
trajectoires à direction générale externe (ou postéro laté-
rale), ces fibres s'échelonnant entre deux plans frontaux pas-
sant, le premier, légèrement en arrière de la commissure
blanche antérieure (fig. 1) et le second un peu en arrière de
l'extrémité antérieure de la pars tuberalis.

2) voies « ascendantes » dont les fibres, qui paraissent
provenir en majorité des NPV, forment sur des coupes fron-
tales passant légèrement en avant de la commissure blan-
che antérieure ou à son niveau, deux groupements situés
chacun dans un des tiers externes de l'hypothalamus, légè-
rement en dessous de la commissure. Sur des coupes un peu
plus postérieures (fig. 1) on constate que certaines de ces fi-
bres, après être passées en arrière de la commissure blan-
che antérieure, remontent entre la capsule interne en dehors
et la strie médiane en dedans. La majorité d'entre elles pa-
raît se diriger vers la paroi inférieure du ventricule latéral,
quelques-unes semblant se ramifier ou se terminer dans le
noyau de la strie semi-circulaire, cependant que d'autres,
assez rares d'ailleurs (« voies longues») empruntent le sys-
tème de la strie semi-circulaire (*taenia semi-circularis* ou
strie terminale) qu'elles suivent sur la plus grande partie de
son trajet.

3) voies « antérieures » qui, après un premier trajet pos-
téro antérieur commun avec les fibres ascendantes, passent
en dessous de la commissure blanche antérieure et se diri-
gent vers l'extrémité antérieure du télencéphale.

Ces quelques données étant précisées, nous allons décrire
succinctement ces voies en les classant en fonction de leur
trajet et de leur destination télencéphalique.

I. *Voies neurosécrétoires hypothalamo-striatales.* — Ce
sont les voies qui nous ont paru nettement les plus importan-

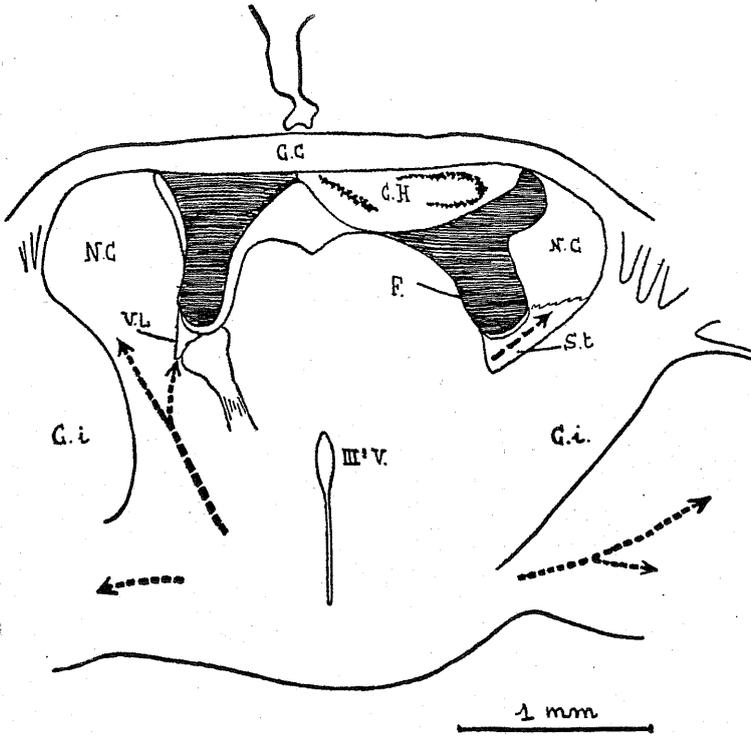


FIG I.

- CC, corps calleux.
- Ci, capsule interne.
- CH, circonvolution de l'hippocampe.
- F, fimbria.
- NC, noyau caudé.
- St, strie terminale.
- VL, ventricule latéral.
- III° V, 3° ventricule.

Les trajets neurosécrétoires Gomori positifs sont indiqués par les tirets épais.

tes au point de vue quantitatif. Elles sont constituées à peu près uniquement par des fibres « directes » (fig. 2) à direction générale externe ou postéro externe. Ces fibres se distribuent aux éléments du complexe amygdalien (archi-striatum) notamment au noyau amygdalien médian et au noyau amygdalien basal (1 et 2, fig. 2), quelques-unes atteignant peut-être le noyau amygdalien latéral et le noyau amygdalo-cortical. Certaines fibres de la voie hypothalamo-striatale peuvent même atteindre la couche moléculaire, à la limite externe de l'extrémité antéro-inférieure de la circonvolution de l'hippocampe.

Sur le matériel dont nous disposons pour l'instant, il ne nous a pas été possible de mettre en évidence l'existence de fibres neurosécrétoires à destination des autres formations striatales (globus pallidus et complexe putamino-caudé). Les voies neurosécrétoires hypothalamo-striatales sont donc, plus précisément, des *voies hypothalamo-archistriatales*.

Il est possible de constater qu'un certain nombre de leurs fibres se termine selon le type de « synapse neurosécrétoire » que nous avons décrit précédemment et dont nous pensons pouvoir faire prochainement une étude plus détaillée. Toutefois, dans certaines régions, on peut observer une véritable accumulation de gouttelettes et de grains Gomori-positifs répartis au hasard dans le neuropilème et dont le rattachement à des trajectoires précises ne peut plus être effectué.

II. *Voies neurosécrétoires hypothalamo corticales*. — Elles peuvent être divisées en « voie hypothalamo-corticale latérale » et voie « hypothalamo-corticale antérieure ».

Les éléments de la première voie, représentés probablement par des fibres « directes », ont un trajet plus long que celui des fibres hypothalamo archistriatales mais représentent, quantitativement, un contingent beaucoup moins important. Ils se distribuent à la zone supéro externe du cortex rhinencéphalique, légèrement en dessous de la région par laquelle il se continue avec le néopallium et dans un plan frontal correspondant approximativement à celui de la figure 3.

Les fibres neurosécrétoires hypothalamo-corticales latérales sont donc des fibres hypothalamo-archipalliales ou, plus

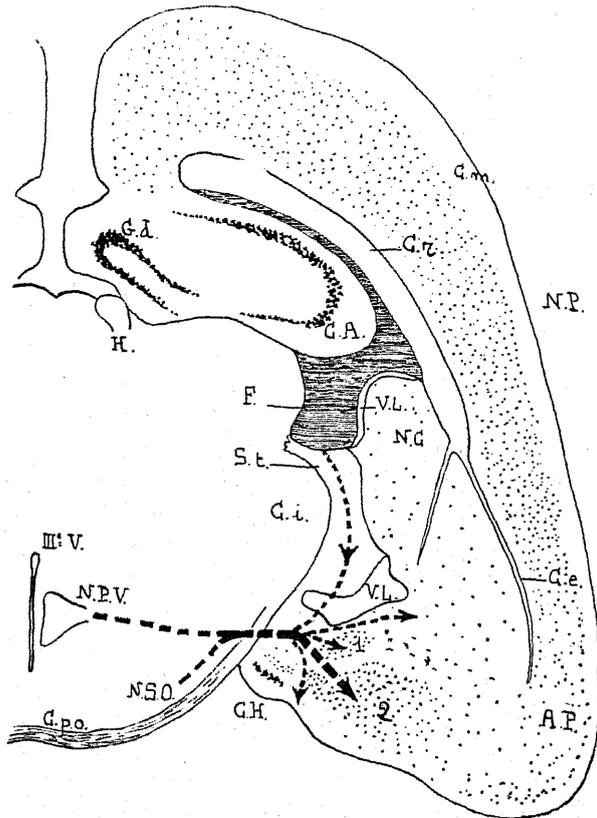


FIG. 2.

AP, archipallium.
CA, corne d'Ammon.
Ce, capsule externe.
Cpo, commissures post-optiques.
Cr, couronne rayonnante.
G, gyrus dentatus.

H, habenula.
NPV, noyau paraventriculaire.
P, néopallium.
1, noyau amygdalien basal.
2, noyau a. médian.

Le reste comme pour la figure précédente.

précisément, archicorticales c'est-à-dire se terminant au niveau de l'archicortex rhinencéphalique.

Ces fibres, qui passent à l'extérieur de la capsule externe pour aboutir dans la région supéro externe de l'archicortex, représentent une voie extrêmement discrète mais d'une curieuse constance fonctionnelle puisque nous l'avons retrouvée chez tous les sujets examinés à ce point de vue. Chez l'un d'eux par exemple, nous avons pu suivre une de ces fibres isolément et nous l'avons rencontrée vingt-quatre fois sur une série de quarante coupes successives.

Le niveau et le mode de terminaison de ces fibres sont difficiles à préciser et ne pourront l'être avec quelque certitude qu'après l'examen de nombreux sujets. Les fibres que nous avons pu suivre le plus loin atteignaient la couche moyenne de l'archicortex dont l'épaisseur, à ce niveau, est comparable à celle du néo pallium. Il nous a semblé qu'elles présentaient une série de ramifications collatérales successives.

Le fait qu'une fibre neurosécrétoire isolée peut, périodiquement, cesser d'être visible sur un certain nombre de coupes et le redevenir ensuite (sans qu'il soit indiqué de faire intervenir des considérations de changements de direction par rapport aux plans de coupe) conduit à penser qu'une fibre neurosécrétoire en activité peut parfois, et même fréquemment, ne renfermer de « substance de Gomori » que dans certaines portions de son trajet, portions séparées par des intervalles plus ou moins importants et dépourvus de neurosécrétat.

Le problème de savoir si ces portions correspondent à des sortes de « trains » successifs au cours d'un même cycle sécrétoire ou, au contraire, à des cycles distincts, ne pourra être résolu que lorsque nous saurons, de façon précise, la vitesse de cheminement moyenne de la substance neurosécrétoire le long des fibres et la durée et l'importance quantitative approchées des cycles sécrétoires successifs, ainsi que l'intervalle de temps moyen qui les sépare dans des conditions données.

Les fibres de la voie hypothalamo corticale antérieure font partie initialement du groupe de fibres neurosécrétoires antéro-latéral situé au-dessous de la commissure blanche anté-

rière. Elles se dirigent en avant vers les bulbes olfactifs, en passant au-dessous de la commissure blanche antérieure et, vraisemblablement, en suivant d'assez près la paroi des ventricules latéraux.

Certaines de ces fibres paraissent se terminer au niveau du cortex de l'extrémité antérieure du télencéphale, juste au-des-

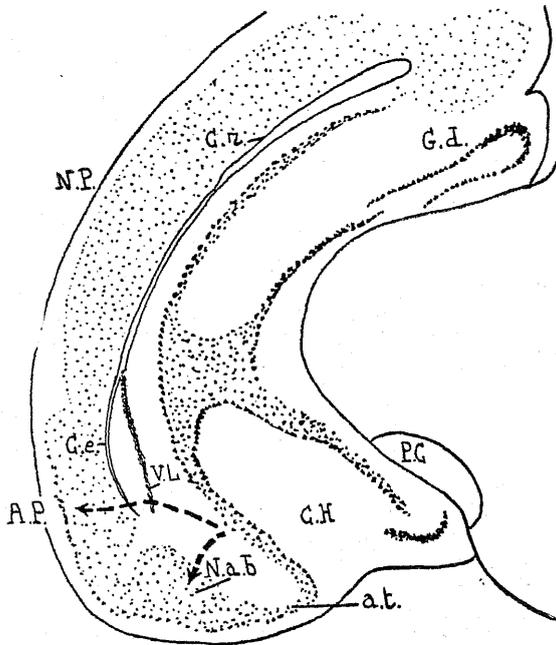


FIG. 3.

Nab, noyau amygdalien basal.
PC, pédoncule cérébral.
at, aire de transition cortico-amygdalienne.
Le reste comme précédemment.

sus de l'origine des ventricules olfactifs, cependant que l'autres semblent pénétrer dans les bulbes olfactifs en suivant le trajet des prolongements olfactifs des ventricules latéraux.

Nous n'avons pas encore eu le temps de faire une étude précise de ces fibres dont nous pensons reprendre l'examen prochainement.

III. *Voie neurosécrétoire hypothalamo-taeniale.* — Les fibres hypothalamiques empruntant le trajet de la strie semi-circulaire sont peu nombreuses et leur sens de cheminement difficile à préciser avec certitude. Il semble toutefois peu probable qu'elles puissent être réparties en deux groupes se déplaçant en sens inverse. Nous pensons plutôt qu'elles constituent un groupe homogène et que leurs éléments, provenant de voies « ascendantes » décrites précédemment, empruntent le système de la strie terminale en direction postéro-inférieure. Ces fibres auraient donc la signification de voies hypothalamo-téleencéphaliques « longues ».

Leur destination est délicate à préciser car, au niveau de la portion terminale (postéro inférieure) de la strie semi-circulaire, elles sont difficiles à distinguer des fibres postérieures du contingent hypothalamo-téleencéphalique « direct », c'est-à-dire des fibres hypothalamo-archistriatales.

Il est probable qu'une partie d'entre elles se terminent également dans le complexe amygdalien (fibres hypothalamo amygdaliennes « longues » s'opposant aux fibres hypothalamo-amygdaliennes « courtes », beaucoup plus nombreuses, de la voie hypothalamo-téleencéphalique directe) cependant que quelques unes se termineraient au niveau de l'épendyme des ventricules latéraux.

IV. *Voies hypothalamo-latéro-ventriculaires.* — Il est très probable qu'un certain nombre de fibres neurosécrétoires d'origine hypothalamique se distribuent à l'épendyme des ventricules latéraux. En effet, certaines fibres des voies hypothalamo-striatales, hypothalamo-corticales antérieures et hypothalamo taeniales, de même que certaines fibres des voies « ascendantes » (fibres qui peuvent, selon les cas, passer en avant ou en arrière de la commissure blanche antérieure), entretiennent des rapports très étroits avec les parois des ventricules latéraux. Ces rapports se présentent sous des aspects divers suivant que l'on examine des coupes intéressant perpendiculairement ou tangentiellement le revêtement épendymaire.

Les fibres en question peuvent, selon les cas, soit se diriger plus ou moins directement vers l'épendyme latéro-ventricu-

laire où elles paraissent se terminer, soit cheminer parallèlement à ce dernier, immédiatement à son contact et sur des distances plus ou moins longues.

Ces simples constatations morphologiques ne sont évidemment pas suffisantes pour conclure à l'existence de phénomènes d'hydrencéphalocrinie, mais elles constituent déjà des indices intéressants. Nous pensons d'ailleurs que leur signification n'est pas douteuse étant donné que, chez la souris blanche, nous avons pu observer des images d'hydrencéphalocrinie typique de substance de Gomori au niveau de la partie antéro-supérieure du ventricule latéral, immédiatement au-dessous du corps calleux.

Les observations que nous venons de rapporter succinctement appellent un certain nombre de remarques :

1) L'intensité neurosécrétoire le long d'une voie donnée varie parfois très nettement d'un individu à l'autre (fait déjà bien connu dans le cas de la voie « majeure » hypothalamo-hypophysaire) mais de plus, chez un même individu, peut être différente d'un côté à l'autre.

2) D'une façon générale, exception faite pour la voie hypothalamo-archistriatale, les voies neurosécrétoires que nous avons décrites sont réduites à un petit nombre de fibres en sorte qu'il semble exister une certaine disproportion entre la longueur de leur trajet et les très faibles quantités de « substance de Gomori » agissant au niveau de leur terminaison.

La signification de cette curieuse particularité nous échappe complètement pour l'instant.

3) L'aspect des cellules avec lesquelles les fibres neurosécrétoires entrent en rapports est susceptible de variations marquées entre les deux types extrêmes de gliocinèse et de gliosclérie. Il en est de même des proportions relatives de ces deux types dans une région donnée. Ces variations peuvent s'observer non seulement d'un individu à l'autre, mais aussi, fait particulièrement frappant dans certains cas, suivant que l'on examine le côté droit ou gauche d'un même individu.

Des faits analogues s'observent d'ailleurs, d'une façon générale, pour toutes les cellules nerveuses et, dans la lignée névroglique, pour les cellules épendymaires (y compris celles

de l'organe sous-commissural). Leur signification fonctionnelle nous échappe complètement si ce n'est que l'état de gliosclérisie correspond vraisemblablement à un stade de repos ou d'épuisement cellulaire.

4) Si l'existence de centres neurovégétatifs télencéphaliques est encore le sujet de multiples discussions, nos observations établissent, à tout le moins, la présence dans le télencéphale de fibres végétatives neurosécrétoires d'origine hypothalamique. Si l'on admet que ces fibres contractent des synapses du genre « neurosécrétoire » avec des éléments eux-mêmes de type végétatif, l'étude de leurs terminaisons doit pouvoir permettre de localiser certains au moins des centres neurovégétatifs télencéphaliques en question. Si, au contraire, on admet que ces fibres entrent en rapport avec des cellules de type somatique, les synapses neurosécrétoires télencéphaliques que nous venons de signaler constituent la première image morphologique indiscutable d'interactions *centrales* entre le système nerveux de la vie de relation et le système de la vie végétative, dans le sens *végétativo-somatique*.

D'une façon plus générale, les apparences morphologiques suggèrent ici irrésistiblement que la « substance de Gomori » est susceptible d'agir non pas seulement, ce qui est déjà couramment admis, par voie « hémocrine » donc en tant que principe circulant dans le milieu sanguin, mais encore par voie « locale » en intervenant, de façon encore inconnue, dans le fonctionnement de certaines *cellules nerveuses*.

Conclusions. Les observations que nous venons de rapporter dans cette note et la précédente établissent un certain nombre de faits nouveaux.

1) L'existence, chez la chauve-souris en hibernation, de voies neurosécrétoires hypothalamo-épithalamiques, hypothalamo-télencéphaliques et hypothalamo-mésencéphaliques. En supposant même que ces voies, ce qui est peu probable, soient strictement limitées au matériel précis de notre étude, elles suffiraient néanmoins à établir d'une part que la voie hypothalamo-hypophysaire n'est pas la seule voie neurosécrétoire tirant son origine des NSO et NPV et, d'autre part, que la « substance de Gomori » est susceptible d'exercer son action

à des niveaux différents du névraxe et souvent très éloignés du complexe hypophysaire.

2) L'existence de relations morphologiquement accessibles entre d'une part centres neurovégétatifs hypothalamiques et, d'autre part, cellules nerveuses archistriatales et archipalliales.

3) L'existence de terminaisons d'un type particulier auxquelles nous proposons de réserver le nom de « synapses neurosécrétoires » et qui comprennent, à titre d'élément afférent, l'extrémité d'un neurite (ou d'une collatérale de neurite) vecteur de substance neurosécrétoire et, à titre d'élément efférent, une cellule nerveuse de type soit somatique, soit végétatif. De telles terminaisons affectent, du point de vue morphologique, l'aspect de synapses typiques et possèdent vraisemblablement, du point de vue physiologique, la signification de véritables « articulations chimiques » inter-neuronales fonctionnant par cession de substance. Sans être absolument incompatibles avec les hypothèses considérant la substance de Gomori soit comme un précurseur des principes dits « post hypophysaires », soit comme le « substrat » (Trägersubstanz, carrier-substance) de ces principes, soit enfin comme identique à ces principes, nos observations conduisent plutôt à penser qu'elle représente une substance du type « intermédiaire chimique ».

Etant donné ses possibilités d'action très diverses (voie hémocrine, voie hydrencéphalocrine, voie de synapse neurosécrétoire) et topographiquement variables (hypophysaire, épithalamique, mésencéphalique, télencéphalique) on pourrait même supposer qu'elle constitue un des principes par lesquels s'exerce la commande végétative centrale d'un certain nombre de fonctions organiques qu'il appartiendra aux recherches futures de rattacher à son action.

Quoi qu'il en soit de ce point, il semble qu'on puisse admettre qu'il existe non pas « une » mais « des » voies neurosécrétoires dont les articulations dans l'espace et probablement dans le temps sont variables et plus complexes qu'il avait paru jusqu'alors.

(Section de Neuro-Endocrinologie du Laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine de Nancy.)

COMPTE RENDU DE LA SEANCE DU 11 MARS

La séance est précédée de la réunion annuelle de l'Assemblée Générale à 17 heures, sous la présidence de M. ROL. Il y a lieu de pourvoir au remplacement de plusieurs membres démissionnaires :

M. PIERRON, Vice-Président et membre du Conseil, Directeur de la Société Solvay, a quitté l'Est de la France ;

M. GOURY, Trésorier depuis 1904, entrant dans sa 80^e année, demande à être relevé de ses fonctions.

M. ROL propose alors aux membres de la Société de ratifier les désignations effectuées par le Conseil d'Administration lors de sa réunion du 1^{er} mars :

— comme Vice-Président à la place de M. PIERRON, M. LE DUCHAT D'AUBIGNY, Secrétaire général de la Société ;

— pour remplacer M. GOURY, M. CÉZARD qui remplissait déjà les fonctions de Trésorier adjoint ;

— au titre de Secrétaire général, M. MAUBEUGE qui s'occupait déjà activement de la publication du Bulletin ;

— comme Membre du Conseil, M. PAVAGEAU, Directeur de la Société Solvay à Dombasle.

— enfin, il y a lieu de renouveler le mandat annuel de secrétaire de séance de Mlle DE POUQUES.

Toutes ces nominations sont approuvées, elles sont faites pour un an, jusqu'à expiration des pouvoirs du Conseil.

M. ROL fait part d'une décision prise au dernier Conseil : la nomination de M. GOURY, Membre d'honneur de la Société.

M. GOURY remercie les membres et fait remarquer qu'entré à la Société en 1900, il en est le Doyen d'âge. Il donne ensuite lecture du compte rendu financier annuel, heureux de laisser un boni de 143.187 fr., ce qui permettra d'augmenter le volume du Bulletin.

L'ordre du jour appelle une communication de M. BELLARD : « Spartier ou Sarothamme ».

Le Docteur MOREAU fait remarquer qu'il faut faire une différence entre Spartium et Sarothamnus scoparius ; celui-ci a été cultivé au voisinage d'un rucher en des terrains calcaires, mais il y fut introduit et aurait disparu au bout de 3 ou 4 ans.

M. ROL précise que Linné les avait confondus sous une même désignation et de ce fait, ils furent longtemps mal séparés.

Puis une communication de M. LAUGIER : « Etude des facteurs déterminant la virulence de *Quaternaria Persoonii* Tul. », parasite lignicole du hêtre d'autant plus actif que la saison est plus sèche. Quelques projections illustrent cette causerie.

M. WERNER demande à M. LAUGIER s'il a essayé de le cultiver ?

M. LAUGIER. — Oui, il se cultive très facilement.

Enfin M. LOUIS, Ingénieur à Longwy, expose dans une conférence sur « L'utilisation de l'oxygène dans les opérations sidérurgiques » quelle place importante l'oxygène a déjà pris et prendra de plus dans un avenir proche. La région de l'Est est à l'avant-garde de la révolution sidérurgique qui se prépare depuis plusieurs années.

Deux films sont présentés : l'un sur les utilisations du chalumeau oxy-acétylénique, l'autre sur les oxycoupages mécaniques.

M. LOUIS fait couler, à titre de démonstration, quelques bouteilles d'oxygène liquide et d'azote liquide.

La séance est levée à 18 h. 15.

COMPTE RENDU DE LA SEANCE DU 9 AVRIL

La séance est ouverte à 17 heures sous la présidence de M. ROL. Après lecture et adoption du procès-verbal de la séance du 11 mars, une nouvelle candidature est proposée: celle de M. LE GOFF, Assistant au Laboratoire de Chimie générale, présenté par MM. ROL et MAUBEUGE.

Puis le Président adresse les félicitations des membres de la Société au Docteur MOREAU, promu Officier de la Légion d'Honneur.

L'ordre du jour appelle une communication du Docteur BARRY: « De l'existence des voies neurosécrétoires hypothalamo-télencéphaliques chez la Chauve-Souris (*Rhinolophus ferrum equinum*) en état d'hibernation », suivie de plusieurs projections.

Vient ensuite une causerie de M. R. WERNER sur le « Liban et la Syrie ».

Après cette causerie, M. ROL donne quelques précisions sur les fameux cèdres du Liban, utilisés dit-on pour faire les portes du Temple de Salomon. Or, dit-il, « je n'en crois rien ». En effet, il y a vingt ans, un forestier fut envoyé en mission au Liban et envoya des bois provenant du gisement auquel il est fait allusion: c'était du genévrier. Ceci peut s'expliquer: à l'époque, le déboisement n'étant pas si avancé que maintenant, il existait des forêts de *Juniperus excelsa*, un bel arbre pouvant atteindre de grandes dimensions. Comme ce *Juniperus* était situé à des altitudes inférieures, il fut exploité en premier, avant les cèdres situés aux altitudes élevées.

Du reste, dans l'antiquité, le mot grec « cedros » désignait non pas notre cèdre actuel mais tous les conifères qui n'étaient pas du Pin. Cela se retrouve dans la langue anglo-saxonne: « cedar » désigne le genévrier et en Amérique du Sud le terme « Cedro » désigne un bois quelconque, coloré en rose, seule analogie avec le genévrier.

Cette erreur d'interprétation du bois n'est pas propre aux Portes de Salomon: on a coutume de dire que les charpentes de nos cathédrales sont faites en châtaignier, or M. GUINIER a constaté qu'elles sont faites en chêne, ce qui du reste est plus vraisemblable.

La séance est levée à 18 h. 30.

COMPTE RENDU DE LA SEANCE DU 13 MAI

La séance est ouverte à 17 h., sous la présidence de M. VEILLET.

Après lecture et adoption du procès-verbal de la séance du 9 avril, M. LE GOFF est nommé membre de la Société.

Une candidature nouvelle est proposée, celle de Mlle SIMONET, présentée par M. WERNER et Mlle de POUCCUES.

L'ordre du jour appelle une communication de M. J. J. BRIGNON et Mlle S. BESSON: « Microdosage nephelométrique de l'antimoine ».

Puis projection d'un film sonore présenté par M. l'Abbé KOPP: « Un fleuve,

une usine », à la suite d'un accord avec la « Badische Anilin - et Soda - Fabrik » de Ludwigshafen am Rhein, film réalisé par la B.A.S.F. et présenté en 1953 à la Foire Technique Internationale de Hanovre (Allemagne). M. l'Abbé KOPP, en présentant ce documentaire, fait le point de l'industrie chimique allemande actuelle et retrace les grandes lignes de l'histoire de la B.A.S.F. actuelle et de l'ancienne « I.G. Farbenindustrie A.G. ». Tout l'éventail des produits fabriqués à Ludwigshafen est ensuite évoqué: colorants, produits auxiliaires et produits de base, matières plastiques, matières premières pour vernis, engrais, produits minéraux, produits intermédiaires, organiques, matières tannantes, produits de conservation, fibres synthétiques, dérivés des huiles minérales, insecticides, produits aromatiques de synthèse, matières premières pour détergents, produits spéciaux. Ce film montre les diverses fabrications et les nouvelles installations des seules usines de Ludwigshafen dont un chiffre suffit à indiquer toute l'ampleur: la B.A.S.F. emploie actuellement tout près de 27.000 personnes.

La séance est levée à 18 heures.

SEANCE DU 10 JUIN 1954

La séance est ouverte à 17 h. 15 par M. ROT qui, après lecture et adoption du procès-verbal de la séance du 13 mai, déclare nommée membre de la Société: Mlle SIMONET.

Puis Mlle de POUQUES donne une courte relation de l'excursion de la Société des Sciences, dans la Meuse, le 30 mai, dont un compte rendu paraîtra dans le Bulletin.

L'ordre du jour appelle une communication de M. le Docteur R. MOREAUX: L'imitation, base de la collaboration chez les Insectes sociaux.

Puis, dans une causerie, M. ROT relate quelques-unes des nombreuses erreurs botaniques et forestières qui ont été relevées dans différents écrits: journaux, romans, dictionnaires, géographies, et même de sérieux travaux scientifiques.

Enfin, M: N. CEZARD, dans une communication sur la Philatélie botanique, présente une collection de nombreux timbres qui tous ont trait à la botanique et figurent chacun une plante intéressante de leur pays d'origine.

La séance est levée à 19 heures.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU 30 MAI 1954 DANS LA MEUSE

M. L. de POUQUES

Partis une trentaine de Nancy, sous la conduite de M. ROT, le premier arrêt a lieu en Forêt-de-la-Reine, au N.-O. de Toul, au bord de l'étang de Gérard-Sass, un des nombreux étangs formés sur les argiles calloviennes sur lesquelles repose cette forêt. On ne peut guère y observer que quelques plantes: *Phragmites communis*, *Typha latifolia* et *Serirpus lacustris* qui forment la ceinture de l'étang; dans l'eau: *Nymphaea alba*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton plantagineus* et près du bord: *Oenanthe phellamidrium*, *Lysimachia vulgaris*, *Carex gracilis*.

Un rapide coup de filet à plancton permet d'y déceler au microscope l'abondance des Flagellées: *Trachelomonas* et *Peridinium*, quelques Chlorophycées:

Syneddesmus et *Pediastrum*; la majeure partie du plancton est constituée par une faune à Rotifères: *Keratella cochlearis*.

La végétation arborescente traduit l'humidité du sol: *Quercus pedunculata*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*, *Salix caprea*, *Viburnum opulus*;... dans les parties plus sèches, on remarque l'abondance de *Corylus avellana*.

Les argiles du Callovien sont surmontées par les argiles bleues de l'Oxfordien qui forme le niveau d'eau près duquel sont installés les villages de la région; au-dessus de ces argiles se trouvent les marnes et calcaires de l'Argovien qui se termine par un faciès à Polypiers. C'est cet Argovien à Polypiers qui forme le Mont-Sec, dominé par le monument en rotonde élevé à la mémoire des soldats américains tombés en 1918. La montée était rendue particulièrement attrayante par tous les Cytises en fleurs et le feuillage léger des mêlèzes. Du sommet on découvre une vue très étendue que M. CONTAUT commente rapidement. Elle permet de saisir admirablement les relations qu'il y a entre la géologie, la topographie, le paysage végétal et l'économie rurale de la région.

A ce niveau, on trouve une végétation xérophile: pelouses à *Bromus erectus* et *Genista pilosa* et prés-bois à *Quercus lanuginosa* (= *Q. pubescens*), *Prunus spinosa* et *Cerasus mahaleb*. Cette végétation se retrouve sur le versant Est des Côtes de Meuse sur lequel on remarque d'assez nombreuses vignes, le *Quercus lanuginosa* accompagnant fidèlement cette culture, ainsi que le fait remarquer M. ROL. Le sommet du Mont Sec a été partiellement reboisé avec *Pinus laricio* var. *austriaca*, accompagné de quelques Conifères d'ornement tels que: *Juniperus sabina*, *J. virginiana*, *Taxus baccata*.

La traversée des Hauts de Meuse, par la jolie route de Woinville à Saint-Mihiel permet de constater que les forêts de la région, presque complètement détruites de 1914 à 1918, se reconstituent lentement et évoluent vers la Hêtraie.

Après la visite rapide de Saint-Mihiel et notamment de l'Eglise de Saint-Etienne, du XIII^e siècle, renfermant la célèbre mise au tombeau de Ligier Richier, un arrêt peu après la sortie de la ville, sur la route n^o 64, dans une carrière creusée dans l'Argovien avec son faciès à « fausses oolithes » permet sur les éboulis et les déblais l'herborisation de: *Isatis tinctoria*, *Arabis arenosa*, *Turritis glabra*, *Rumex acetosa*, *Ononis nativ*, *Carlina vulgaris*, *Hieracium pilosella*, *Gallium mollugo*, *Origanum vulgare*, *Hippocrepis comosa*, *Poterium sanguisorba*, *Knautia arvensis*, *Iberis amara*, *Anthyllis vulneraria*, *Limnium catharticum*, *Orobanche caryophyllacea* (= *O. gali*).

A Verdun, une visite au Jardin d'Horticulture de la Meuse, permet d'y rencontrer quelques essences peu communes: *Picea purgens*, *Cotoneaster* sp. *Chamaecyparis lawsoniana*, *Fagus sylvatica* var. *purpurea* et var. *asplenifolia*, *Koeleria paniculata*, *Staphylea pinnata*, *Lonicera tibetica*, *Cytisus Adami*...

Enfin, la région de Douaumont permet de se rendre compte des progrès très importants accomplis dans le reboisement de cette zone, soit que ce reboisement ait été fait en Pins noirs d'Autriche, soit qu'il soit formé de feuillus: Chênes, Charmes, Hêtres auxquels se mêlent de nombreux Alisiers blancs qui tranchent par leur feuillage argenté. Çà et là, quelques Orchidées: *Orchis militaris* et *O. montana*.

Au retour, un court arrêt avant Thiaucourt à l'étang Beugné, en bordure du Bois des Haudronvilles, nous le montre recouvert d'une forte épaisseur de Vauchéries, la plupart fructifiées, tandis que le fossé du déversoir est couvert de Spirogyres. En bordure de la forêt, d'importantes stations de *Polygonatum multiflorum*, *Lychnis flos-cuculi*, alors que d'un fossé au bord de la route sortaient des *Arum maculatum* bien développés.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DE
NANCY
(Fondée en 1828)

SIÈGE SOCIAL :
Institut de Zoologie, 30, Rue Sainte-Catherine - NANCY

L'UTILISATION DE L'OXYGÈNE
DANS LES OPÉRATIONS SIDÉRURGIQUES (*)

PAR
M. LOUIS

Lorsqu'au début de 1947 on me demanda d'étudier la possibilité d'envoyer, dans la conduite à vent d'un convertisseur, de l'oxygène avec des débits pouvant varier de 35 à 100 m³/minute, je fus un peu effrayé, car à ce moment les plus grands débits instantanés utilisés dans les usines sidérurgiques françaises étaient au maximum de 100 à 120 m³/heure ce qui correspondait à 2 m³/minute.

D'autre part, je ne voyais pas très bien l'oxygène pur à 99 % arrivant dans des canalisations où l'air véhicule des matières grasses et où les parois sont tapissées de dépôts gras très importants, car, comme vous le savez sans doute, l'oxygène réagit très violemment sur les corps gras.

Cependant, le 7 mai 1947 une installation d'essai, mise sur pied, nous permettait d'exécuter 3 essais préliminaires de suroxygénation de vent d'un convertisseur Thomas de 20 T, dans des conditions de sécurité étudiées d'avance.

(*) Extrait de la conférence du 11 mars 1953, par M. Louis, Directeur de l'Air Liquide à Longwy.

Ces essais, les premiers en France, furent entrepris en collaboration avec l'I.R.S.I.D. et les ingénieurs de l'aciérie de l'Usine de Senelle Maubeuge à Herserange.

C'est au cours d'un banquet qui suivit la deuxième série d'essais, qu'un directeur d'usine présent s'exprima à peu près ainsi :

« Messieurs, dit-il, il me semble que dans l'avenir, il y aura intérêt à utiliser l'oxygène dans toutes les opérations et combustions métallurgiques. »

J'ai toujours gardé en mémoire ces paroles, prononcées depuis bientôt sept années, et nous allons voir combien elles étaient justes.

Le but de ma causerie sera surtout de montrer la place très importante que l'oxygène a pris et prendra de plus en plus dans la sidérurgie.

Je ne le ferai pas en tant que métallurgiste, car si j'ai passé, de par ma profession de spécialiste des applications de l'oxygène, une bonne partie de ma vie dans les usines sidérurgiques, je n'ai collaboré aux nombreux essais de sur-oxygénation, que pour la partie technique des installations d'essais à prévoir, de façon à assurer les débits importants d'oxygène nécessaires, avec toute la sécurité indispensable.

L'UTILISATION DE L'OXYGÈNE DANS LES OPÉRATIONS SIDÉRURGIQUES

Ce sont les Allemands et les Américains qui, les premiers, essayèrent d'utiliser l'oxygène pour enrichir l'air employé dans les opérations métallurgiques, ou pour produire certains effets d'oxydation nécessaires à ces opérations.

Ce sont les Américains surtout qui, au cours de la dernière guerre et tout de suite après, disposant de grosses installations de production d'oxygène se livrèrent à de nombreux essais d'emploi de l'oxygène en sidérurgie.

Puisant dans la littérature américaine ou s'informant au cours de voyages d'études faits en Amérique, les ingénieurs et techniciens français s'intéressèrent fortement à ce problème et en 1947 se décidèrent pour les premiers essais.

Où en est-on actuellement avec l'utilisation de l'oxygène dans les opérations sidérurgiques?

HAUT FOURNEAU

Les premiers essais de suroxygénation de l'air au haut fourneau furent exécutés en 1913 à Ougrée (Belgique), repris en 1932-1933 à Oberhausen par les Allemands et en 1944 à Trotsberg par les Russes.

En 1947-48 l'I.R.S.I.D. repris des essais commencés pendant la guerre par les Allemands à Neuves-Maisons.

Tout récemment, fin 1953, des essais furent exécutés à Pompey sur un haut fourneau élaborant des ferro-alliages et les premiers résultats, assez encourageants paraît-il, ont incité les techniciens à continuer les essais prochainement.

Mais tous les essais cités n'ont conduit jusqu'à présent, tout au moins en France, à aucune application industrielle.

Ils ont cependant permis de constater que l'emploi de l'oxygène modifie les caractéristiques de marche (consommation journalière de coke, quantités de chaleur que les gaz peuvent céder aux différentes températures).

Le bilan thermique est également modifié, à tel point que l'on peut envisager de raccourcir fortement la cuve.

Quoique les résultats obtenus jusqu'à présent ne soient pas concluants, les techniciens du haut fourneau paraissent cependant vouloir poursuivre des essais sur une assez grande échelle pour déterminer dans quelles conditions l'emploi de l'oxygène serait intéressant.

Vers la fin de 1949 les Américains ont entrepris des essais à l'échelle industrielle à l'usine de Johnston (Pennsylvanie) appartenant à la Bethlehem Steel Company, sur un haut fourneau de 600 t/j.

L'oxygène était fourni par une installation de 135 tonnes/OX/jour.

Je n'en connais pas les résultats.

Après étude des bilans thermiques d'un haut fourneau marchand en air suroxygéné, les Allemands conclurent que la cuve du haut fourneau perdait dans ce cas une partie de son utilité et que les résultats les plus avantageux avec du

vent suroxygéné devraient être obtenus dans ce qu'ils appellèrent bas fourneau, qui est en somme un haut fourneau à cuve de dimensions très réduites.

Les essais durèrent 236 jours et portèrent sur l'élaboration de ferro-alliages.

Le tableau ci-dessous dont les éléments ont été tirés des résultats généraux donnés par H. SCHUMACKER dans *Stahl und Eisen* montre en dehors de la grande régularité de marche, les bons résultats obtenus.

Il est probable que le bas fourneau deviendra dans l'avenir un complément important du haut fourneau.

Les techniciens espèrent arriver aux résultats suivants :

- 1) Consommer un combustible moins rare et moins coûteux.
- 2) Consommer des minerais fins ou plus pauvres.
- 3) Fournir un gaz plus riche.

CUBILOTS

Les cubilots élaborent de la fonte de deuxième fusion destinée à des moulages ou à fabriquer de l'acier à mouler au convertisseur à soufflage latéral.

Les premiers essais de suroxygénation du vent des cubilots furent réalisés dans le Nord de la France où actuellement ce procédé est utilisé industriellement.

Avantages

Marche plus souple des cubilots, augmentation de la production de 30 à 40 % avec consommation de coke moindre.

Economie de coke 50 kg à la tonne de fonte.

FOUR ÉLECTRIQUE

C'est l'emploi de l'oxygène pour l'affinage des aciers au four électrique qui fut le premier en France dès 1950, à être industrialisé : de nombreux essais eurent lieu en 1948-49 dans le Nord de la France, où certaines industrialisèrent de suite le procédé.

La rapidité de cette industrialisation est due à ce que les essais étaient relativement faciles à exécuter et que les quantités d'oxygène demandées par la suite restaient encore du domaine des appareils producteurs d'oxygène courants.

Actuellement on emploie l'oxygène industriellement au four électrique dans le Centre, le Nord et l'Est de la France dans les trois cas suivants :

- 1) Affinage des aciers au carbone;
- 2) Elaboration des aciers au chrome;
- 3) Pour activer les réactions du bain.

Dans ces trois cas l'oxygène est injecté dans le bain sous pression de 3 à 8 kg à l'aide d'une lance en acier de 6 m de longueur et de dimensions diamétrales en général de 15/21.

Pour donner une idée des quantités d'oxygène qui peuvent être utilisées, citons par exemple que pour l'affinage elles sont de l'ordre de 125 à 225 litres par point de carbone à abaisser et par tonne de métal traité.

Avantages de l'utilisation de l'oxygène au four électrique

Pour l'affinage des aciers au carbone (obtention de très bas carbone):

- 1) Suppression totale de consommation de minerai — dont le poids utilisé pouvait atteindre jusqu'à 150 kg à la tonne d'acier traité.
- 2) Elimination de l'hydrogène du métal provenant en partie de l'humidité du minerai.
- 3) Gain de temps. Jusqu'à 1 h 30 par opération. Conséquence: augmentation de la capacité de production.
- 4) Meilleur contrôle de la composition du métal.
- 5) Economie de courant (jusqu'à 100 Kw/h par tonne d'acier).
- 6) Température de l'acier plus élevée, ce qui est intéressant pour les coulées de longues durées.
- 7) Diminution de la consommation d'électrodes (1 kg par 100 Kw/h).
- 8) Diminution de la consommation de chaux.
- 9) Réduction de la fatigue du personnel.
- 10) Finalement: diminution du prix de revient de l'acier.

Pour l'élaboration d'acier au chrome (inoxydable):

1) Un grand pourcentage de riblons d'acier inoxydable peut être utilisé.

2) Récupération jusqu'à 70 % du chrome contenu dans les riblons.

3) La réaction de l'oxygène sur le chrome est exothermique, d'où diminution de consommation d'énergie électrique.

4) Contrôle plus facile de la teneur en chrome et de la qualité.

Oxygène consommé en 1953 au four électrique: 150.000 m³ (dans 2 usines).

Dans le Nord: 500.000 m³ (dans 9 usines).

Dans l'Est (bassin de Longwy).

FOUR MARTIN

Alors qu'en Amérique l'oxygène est couramment utilisé pour l'affinage au four Martin, en France malgré les nombreux essais concluants exécutés, on n'est pas passé à l'emploi industriel sur une grande échelle.

Ceci tient certainement à deux raisons principales.

1) Les quantités d'oxygène devant être mises en jeu sont beaucoup plus importantes que pour le four électrique et le matériel d'utilisation également.

Les charges de fours électriques dépassent rarement 20 t alors que les fours Martin chargent en général de 60 à 100 t et les derniers fours mis en route vont jusqu'à 150 t.

Pour le four électrique une lance suffit en général, alors que pour le four Martin il faut au moins trois lances.

2) En France, le chargement des fours Martin est surtout fait en solide et souvent avec des riblons choisis qui réduisent l'affinage, alors qu'en Amérique les charges sont faites avec 75 % de fonte liquide, d'où nécessité d'un long affinage que l'emploi de l'oxygène raccourcit considérablement.

La lance est alors employée pour la décarburation et la déphosphoration.

En France deux ou trois usines emploient actuellement le procédé.

Accélération de fusion au four Martin

On a également essayé d'accélérer, avec l'oxygène, la fusion des charges des fours Martin par trois méthodes de façon à déterminer le gain de temps et partant, l'augmentation de production qui en résulterait.

1) Accélération de fusion à la lance d'oxygène.

Vers la fin de la période de fusion de la charge, il reste en face de chaque porte de chargement, des buttes d'acier pâteux qui émergent du bain et la phase finale de fusion de ces buttes est relativement plus longue.

A l'aide de lances d'acier en tubes de 15/21 ou 20/27 on envoie sur ces buttes, qui sont à environ 1350°, de l'oxygène à une pression d'environ 3 kg.

La réaction, exothermique, produit une chaleur intense et les buttes fondent rapidement.

Des essais portant sur 56 charges ont été exécutés dans le Bassin de Briey sur un four de 75 tonnes en 1952. Le procédé est utilisé industriellement aux usines J. Cokerill à Seraing (Belgique).

2) Accélération de fusion à l'aide de brûleurs à gaz et air suroxygéné.

Des essais ont été exécutés en 1953 sur une grande échelle (175 charges environ) aux usines de Mont-Saint-Martin avec brûleurs fonctionnant au gaz de four à coke, goudron, air et oxygène.

Le four utilisé était un four de 35 tonnes et la quantité d'oxygène nécessaire par charge était d'environ 1.400 m³.

L'oxygène était envoyé par une canalisation de 150 mm de diamètre à 15 kg de pression, partant de l'usine d'oxygène de la Société L'Air Liquide de Longwy, distante de 2 km.

Un gain de temps moyen de 1 heure fut réalisé par charge.

Ces essais ont montré que la voûte du four résistait mal à

la chaleur intense dégagée, ce qui eut pour effet de raccourcir la campagne normale du four.

Le bénéfice résultant de l'augmentation de production possible était détruit par l'entretien plus coûteux du four.

3) *Accélération de fusion par suroxygénation du vent des gazogènes.*

Toujours dans le but de déterminer le moyen le plus pratique et le plus économique d'accélérer la fusion, un essai de suroxygénation du vent d'un gazogène d'aciérie Martin a été exécuté dans le bassin de Longwy.

Four utilisé: 60 tonnes.

L'oxygène était envoyé dans la conduite à vent du gazogène à une pression et à un débit déterminés à l'avance pour obtenir un enrichissement de l'air de 5 % (26 % d'oxygène total).

Résultats:

1) Enrichissement du pouvoir calorifique du gaz de 300 calories.

P.C. passé de 1.500 à 1.800 calories.

2) Réduction du temps de fusion de près d'une heure.

960 m³ d'oxygène furent consommés, soit environ 16 m³ à la tonne d'acier élaboré.

Des essais semblables doivent reprendre dans un avenir prochain.

PRÉAFFINAGE A L'OXYGÈNE

Lorsqu'on souffle au convertisseur des fontes chargées en Si à plus de 0,6 %, le soufflage est laborieux, car la fonte étant très chaude, la masse est très mouvante et il s'ensuit de nombreuses projections.

L'opération, déjà difficile avec le vent ordinaire, le devient encore plus avec le vent suroxygéné où les réactions sont plus violentes.

Au haut fourneau une allure chaude est favorable, mais elle a pour conséquence une teneur en Si trop élevée.

On a donc souvent des fontes chargées en Si ce qui est gênant pour l'aciériste.

On a pensé pouvoir descendre la teneur en Si par un pré-affinage à l'oxygène dans la poche de chargement même ou dans la poche venant du haut fourneau. Cette opération précéderait donc l'opération au convertisseur.

De nombreux essais ont été exécutés par l'I.R.S.I.D. avec la collaboration de la Société L'Air Liquide aux usines de Neuves-Maisons.

Les résultats ont été bons, mais le procédé n'est pas encore employé industriellement.

UTILISATION DE L'OXYGÈNE DANS LES OPÉRATIONS DE SOUFFLAGE DE CHARGES DE FONTE AU CONVERTISSEUR

Je rappelle brièvement que dans la fabrication de l'acier au convertisseur on part d'une charge de fonte liquide (20 t ou 30 t à travers laquelle on envoie un courant d'air à des pressions variant de 1 k5 à 2 k 5 cm²/ minute, de façon à brûler dans l'ordre le silicium, le carbone et le phosphore, pour finalement obtenir de l'acier.

La charge de départ d'une cornue de 20 t par exemple comprend :

- 2 tonnes de chaux,
- 0 t 700 à 0 t 900 de ferrailles,
- 19 tonnes de fonte liquide venant du haut fourneau.

Une opération au convertisseur de 20 t, dure de 13 à 20 minutes, suivant le tonnage passé au convertisseur. En général on obtient un acier moins affiné que celui fait au four Martin et l'un de ses inconvénients est sa teneur élevée en azote, de 0,010 à 0,012 %, alors que les aciers Martin n'en contiennent que 0,004.

L'azote diminue la ductilité des aciers à froid.

L'élément agissant dans les opérations au convertisseur étant l'oxygène de l'air, on a pensé que si l'on augmentait la proportion d'oxygène de l'air soufflé, on pourrait, d'une

part, activer l'opération, et d'autre part, diminuer peut-être la quantité d'azote qui se fixe dans l'acier.

Aux environs de 1934, une usine allemande, la Maximilianshutte de Sulzbach-Rosenberg commença à utiliser un air enrichi à 30 % d'oxygène pour pouvoir fondre dans ses convertisseurs Thomas des chutes de blooms.

Résultats:

- 1) Haute température permettant de traiter des fontes de moins de 1,4 % de phosphore.
- 2) Amélioration de la qualité du métal.
- 3) Quantité de scraps chargés atteignant 12 % alors que d'habitude elle était de 5 % environ.
- 4) Augmentation de la capacité de l'aciérie de 30 % par raccourcissement des opérations.

Cependant, ce n'est que depuis la fin de la guerre que les autres pays d'Europe utilisant des cornues Bessemer Thomas se sont intéressés à se procéder et depuis lors de nombreux essais ont été exécutés en Russie, France, Angleterre, Belgique et aux Etats-Unis.

C'est au mois de mai 1947, exactement le 7 mai, que furent exécutés les trois premiers essais de soufflage d'un convertisseur en air suroxygéné, à l'Usine de Senelle-Maubeuge à Herserange (Bassin de Longwy).

Dès la première charge on constata une forte élévation de température.

Pour rétablir l'équilibre il fallait ajouter des ferrailles et pour un vent de 30 % d'oxygène l'ajouté était de 3 à 3 + 5.

Le temps de soufflage fut réduit de 25 à 30 %.

On en prévoyait la possibilité de passer beaucoup de ferrailles, moins chères que la fonte, et l'augmentation de la production sans agrandissement de l'aciérie.

A partir de ce moment, d'autres essais furent exécutés:

Aux Usines de la Providence à Rehon,

Aux Usines du Nord-Est à Valenciennes,

Aux Aciéries de Dilling en Sarre,

En Belgique aux Usines d'Augrée et l'Espérance Longdoz,
Aux Aciéries De Wendel à Moyeuve,
Aux Aciéries Sidelor à Rombas.

Deux organismes patronnèrent ces essais :

Pour la France : l'I.R.S.I.D. (Institut de Recherches Sidérurgiques) ;

Pour la Belgique : le C.N.R.M. (Centre National de Recherches Métallurgiques).

Des essais métallurgiques et des essais mécaniques montrèrent que l'emploi de l'oxygène, non seulement permettait d'améliorer les opérations, mais permettait aussi d'augmenter la qualité des aciers par diminution de la teneur en Az, ce qui était beaucoup plus intéressant.

En Belgique on mit au point un procédé de soufflage vent-oxygène et vapeur d'eau surchauffée.

Ce procédé donne d'excellents résultats puisqu'on obtint au convertisseur des aciers équivalant l'acier Martin, pouvant être utilisés pour des emboutissages profonds à froid et par conséquent poussés de très bonnes caractéristiques mécaniques.

Le tableau annexé tiré de la brochure de P. COHEUR, Directeur du C.N.R.M. Belge intitulé « Fabrication d'acier Thomas à bas azote et à bas phosphore » permet la comparaison entre :

Acier au convertisseur avec oxygène-vapeur,

Acier au convertisseur avec air (Thomas ordinaire),

Et acier au four Martin.

Les charges au convertisseur soufflées à l'air suroxygéné abaissent la teneur en Azote de 40 à 60 %.

Celles soufflées avec oxygène-vapeur l'abaissent de 80 à 90 %.

On peut dire que dans l'avenir le convertisseur empiètera largement sur l'aciérie Martin.

Dès à présent on élabore avec l'oxygène des aciers Thomas améliorés et même des aciers dont le four Martin seul avait le monopole.

Il ne faut pas oublier qu'au four Martin on fabrique environ de 8 à 10 tonnes d'acier à l'heure, tandis qu'au conver-

tisseur on en fabrique de 50 à 60 tonnes avec possibilité d'augmenter cette allure par l'emploi d'oxygène.

La grande révolution en aciérie, dont l'oxygène en est l'agent, c'est qu'il est possible maintenant de fabriquer 5 ou 6 fois plus rapidement des aciers très ductiles.

CONCLUSIONS

Dans un avenir proche l'oxygène sera devenu un élément considéré comme indispensable dans presque toutes les opérations métallurgiques.

Il y a cependant deux facteurs qui joueront un rôle décisif :

Les masses d'oxygène dont on pourra disposer,

Le prix du m³.

Actuellement la situation est la suivante :

En Belgique depuis un an une installation de 130 tonnes d'oxygène/jour est en service pour le soufflage de convertisseurs.

En France, dans le bassin de Briey, aux Usines de Sollac à Seremange, une installation de 80 tonnes/jour est terminée et mise en route. Elle servira à suroxygéner l'air de convertisseurs de 50 tonnes.

Dans le bassin de Longwy, une centrale d'oxygène sidérurgique de 130 tonnes/jour est en construction.

Elle sera reliée par canalisation aux quatre usines du bassin de Longwy qui utiliseront l'oxygène aux convertisseurs et aux fours électriques.

L'élément principal du prix de revient de l'oxygène étant le courant électrique, citons simplement que pour ces grosses installations on utilise 0,7 Kw alors que dans les installations ordinaires il faut dépasser environ 1,32 à 1,36 Kw par m³ fabriqué.

La question du bas prix de l'oxygène est résolue.

La région de l'Est de la France est donc à l'avant-garde de la révolution sidérurgique qui se préparait depuis plusieurs années.

**Comparaison des caractéristiques de deux périodes de marche
du bas fourneau d'Oberhausen**

Tiré du Tableau de l'article de « Stahl und Eisen » du 26/2/53
« Aus dem Niederschachtofen » par H. Schumacker

Eléments de marche		Vent naturel	Vent suroxygéné
Poids total de coke (humide) consommé	t	478,1	530,6
Tonnage de Fe - Mn élaboré	t	211,4	302,3
Température du vent	°C	854	641
Teneur en O ₂	%	21	30,5
Consommation O ₂ à 33 % par t de ferro	m ³	—	655
Consommation d'air ord. par t de ferro	m ³	6910	2935
Consommation journalière coke humide	t/j	79,5	846
Mise au mille par tonne de fonte		—	—
Coke humide	kg/t	2260	1755
Coke sec	kg/t	2036	1579

Ferro - Mn

Composition :

C	%	5,7	5,9
Si	%	1,0	0,5
Mn	%	43,9	44,2
P	%	0,24	0,15
S	%	0,09	0,02
Production par jour de marche.	t/j	35,2	48,1

Gaz au gueulard

Production par t coke sec	m ³ /t	3890	3030
C O ₂	%	6,5	5,71
CO	%	31,8	45,65
M ₂	%	3,2	2,10
N ₂	%	58,5	46,54
Pouvoir calorifique inférieur K.	cal/m ³	1042	1435
Proportion de réduction indirecte	%	58,7	28,9
Température		459	346

**Renseignements tirés de la brochure de P. Coheur,
 Directeur du C.N.R.M. belge, intitulée
 « Fabrication d'acier Thomas à bas azote et à bas phosphore »**

	<u>C %</u>	<u>Mn %</u>	<u>P %</u>	<u>S %</u>	<u>N %</u>	<u>O %</u>
Thomas O ₂ + Vapeur....	0,065	0,44	0,027	0,020	0,0031	0,019
	0,055	0,36	0,032	0,029	0,0049	0,025
	0,08	0,56	0,034	0,033	0,0025	0,016
	0,06	0,41	0,017	0,020	0,0053	0,020
Thomas ordinaire	0,055	0,37	0,045	0,013	0,0104	0,021
	0,045	0,24	0,030	0,020	0,0074	0,030
Siemens-Martin	0,05	0,27	0,011	0,025	0,0056	0,014
	0,05	0,34	0,011	0,030	0,0052	0,017

L'IMITATION, BASE DE LA COLLABORATION CHEZ LES INSECTES SOCIAUX *

par R. MOREAUX

Si l'isolement implique pour les insectes solitaires la nécessité d'un certain esprit d'initiative dans les actes que leur subsistance les oblige à accomplir, il semble bien que les insectes sociaux manifestent, eux, un esprit d'imitation.

Vivant en famille, on peut considérer que les individus d'une première génération instruisent, avant leur extinction, ceux d'une génération suivante des multiples travaux que, suivant leur âge et leur adaptation anatomo-physiologique, ils seront dans l'obligation d'effectuer au sein du groupement. C'est ainsi que chez les abeilles on est en droit d'envisager que sont initiées à la fonction de nourrices les jeunes dont les glandes salivaires sont adaptées à la production de la bouillie alimentaire des larves; puis elles apprennent la construction géométrique des rayons quand leurs glandes cirières sont aptes à la sécrétion; elles apprennent les rôles de nettoyeuses, de ventileuses et de butineuses et, pour ces dernières, j'ai maintes fois constaté, après avoir dûment marqué des abeilles de tout âge, que ce sont des butineuses accomplies qui font effectuer à de plus jeunes ce que les apiculteurs ont coutume d'appeler un « soleil d'artifice », au cours duquel ces dernières repèrent l'emplacement de leur ruche et apprennent à regagner indubitablement leur logis parmi d'autres semblables au retour de voyages de récolte.

Il est donc indispensable que les insectes habitués et adaptés à un travail déterminé subsistent suffisamment au sein de la collectivité pour enseigner ce même travail aux plus jeunes insectes au fur et à mesure que l'évolution de leur constitution anatomique les y adapte et certaines observations.

* Note présentée à la séance du 10 juin 1954.

ainsi que nous allons le voir, semblent mettre en évidence que si les instructeurs manquent, il peut advenir que, malgré leur instinct et leurs possibilités physiologiques, les jeunes ne se livrent pas aux travaux qu'ils n'ont pas appris. C'est précisément ce que l'on observe parfois dans les colonies d'abeilles.

En voici un exemple :

J'ai eu l'occasion de constituer une ruchette à cinq cadres en y plaçant trois cadres simplement amorcés à leur sommet d'un centimètre de cire gaufrée et deux rayons contenant du couvain et du miel avec une reine très prolifique et une poignée de très jeunes abeilles. Au bout de quatre jours j'ai observé que, faute de place, la reine avait cessé sa ponte et que les abeilles n'avaient aucunement tendance à bâtir de nouveaux rayons dans les cadres amorcés. Au huitième jour la situation demeurait la même, comme si les abeilles, dont l'évolution leur permettait cependant de devenir « bâtisseuses », ignoraient ce rôle.

C'est alors qu'un soir je prélevai dans un panier où j'avais récemment enruché un essaim un petit rayon de cire en construction avec les abeilles qui étaient en train de l'édifier et je le plaçai, en le ligaturant, dans un des cadres vides de la ruchette. Deux jours plus tard, je pus constater que de multiples jeunes abeilles, précédemment placées dans la ruchette et dont j'avais marqué un grand nombre, s'étaient jointes à celles du deuxième apport et les aidaient normalement à la construction déjà avancée du rayon et avaient même commencé celle d'un autre rayon dans un cadre vide.

Il semble qu'en l'occurrence les bâtisseuses prélevées dans le panier aient instruit les premières jusque là ignorantes de la construction et que celles-ci se soient empressées de les imiter.

Voici, d'autre part, un exemple d'enseignement et d'imitation du travail en hausse.

Une forte colonie d'abeilles noires de pays (*Apis mellifica*), logée en ruche Dadant à 12 cadres, n'amasse pendant six années consécutives aucun miel en hausse et demeure pratiquement improductive, malgré que son corps de ruche soit rempli de couvain et de provisions. Chaque année lorsque le corps de ruche est complet, les abeilles, malgré une saison mellifère favorable, chôment et « font la barbe » hors de la ruche sans

jamais avoir l'idée de continuer à accumuler du nectar dans les rayons cependant construits de la hausse qui leur est offerte.

Pensant qu'il s'agit là d'une habitude, je décide, la septième année et au début de la saison nectarifère, de placer sur cette ruche une hausse bâtie dans laquelle se trouvent de nombreuses abeilles butineuses exclusivement de race italienne (*Apis lingustica*), hausse prélevée sur une autre ruche. Je choisis spécialement des abeilles italiennes afin de pouvoir les distinguer des abeilles noires du corps de ruche. Entre le corps de ruche et cette hausse, je place une feuille de papier-journal percée, à la pointe d'un crayon, de quelques trous afin d'obliger les abeilles à se mélanger lentement sans bataille remarquable. En quarante-huit heures les abeilles recluses dans la hausse ont rongé le papier et se sont réunies aux abeilles de la ruche inférieure.

Le troisième jour après cette opération, la hausse, visitée, ne contient toujours que des abeilles jaunes italiennes qui font un apport appréciable de nectar. Mais le quatrième jour, des abeilles noires sont, en hausse, mélangées aux abeilles italiennes et apportent également des provisions. Le dixième jour toute la colonie travaille en hausse sans aucune distinction de race et entrepose abondamment du nectar.

Dans ce cas il semble bien que les abeilles noires de la ruche primitive n'aient jamais travaillé en hausse parce qu'elles ignoraient cette activité et que ce soit les butineuses d'une autre ruche qui leur aient enseigné ce mode de travail qu'elles se sont empressées d'imiter.

Cette expérience a été pratiquée il y a trois ans et depuis lors la colonie (qui n'est plus, bien entendu, actuellement constituée que par des abeilles noires puisque sa reine n'a pas été changée) a conservé l'habitude du travail en hausse qu'elle a imité et chaque année donne une récolte appréciable, alors que jamais auparavant, ainsi que je l'ai dit, elle n'avait fourni la moindre récolte.

Un troisième exemple d'enseignement collectif a trait à celui du **butinage**.

Une petite ruchette de quatre cadres particulièrement active est déplacée et éloignée au cours d'une période de forte

miellée, c'est-à-dire d'actif butinage; de ce fait elle perd la totalité de ses butineuses qui, par habitude, retournent à leur ancien emplacement où a été disposée une autre ruchette habitée qu'elles renforcent.

Au bout de quarante-huit heures, il ne reste plus dans la ruchette en observation que de jeunes abeilles occupées à l'alimentation des larves et à la construction des rayons sans aucune butineuse.

Les jours suivants et jusqu'au dix-huitième jour, aucune abeille ne sort de la ruchette et ne va butiner, au point que je suis dans l'obligation de nourrir artificiellement la petite colonie. Il semble bien que, malgré leur âge, les abeilles ignorent le butinage et se laisseraient mourir de faim faute de savoir s'approvisionner.

Le soir du vingtième jour, je décide alors de broser dans cette ruchette un grand nombre d'abeilles prélevées dans une ruche en pleine activité, non sans avoir marqué d'un point de couleur de multiples abeilles de la ruchette.

Or le vingt-cinquième jour je constate que les abeilles de la ruchette effectuent pour la première fois un « soleil d'artifice », c'est-à-dire un vol de reconnaissance, et le vingt-sixième jour elles présentent la même activité que les abeilles qui leur avaient été adjointes et qui semblent leur avoir enseigné le travail de butinage qu'elles ont dès lors imité avec profit.

Ces trois observations paraissent bien montrer qu'il existe chez les abeilles un enseignement collectif des travaux ordinaires que doit accomplir une colonie, travaux que cependant les abeilles devraient apparemment effectuer instinctivement.

Mais l'esprit d'imitation peut également se manifester individuellement dans des actes extra-ordinaires, c'est-à-dire ne rentrant pas dans le programme des travaux courants de la vie sociale. En voici un exemple.

Ayant effectué le transvasement d'une ruche en paille à rayons fixes dans une ruche à cadres mobiles, j'ai placé les rayons du panier dans les cadres de bois et les y ai maintenus par des ligatures de ficelle. Au bout de trois jours, les abeilles ont consolidé les rayons et les ont soudés aux traverses de bois des cadres, puis ont rongé les ficelles qui sont tombées sur le

plateau de la ruche qu'elles encombrant et que les abeilles cherchent à expulser.

J'observe alors une abeille qui, ayant saisi un brin de ficelle de 10 cm environ de longueur, ne parvient pas à le faire passer par l'entrée linéaire de la ruche malgré de multiples efforts. Au bout de quelques minutes je vois cette abeille abandonner son fardeau et se diriger successivement vers trois autres insectes; elle les palpe de ses antennes, s'agite et plusieurs fois se dirige vers le fragment de ficelle comme pour indiquer le motif de sa sollicitation. Après environ trois minutes de ce manège les quatre abeilles tirent la ficelle sur la planche d'envol; puis, se plaçant du même côté, saisissent le morceau de chanvre, s'arrêtent un instant comme pour prendre un court repos, enfin s'envolent ensemble avec le corps étranger. A deux mètres de la ruche, au même instant, elles le lâchent et le laissent choir avant de rentrer individuellement dans la ruche. Je profite de cette rentrée pour marquer d'un point coloré les quatre abeilles et à partir de ce moment je les vois toutes quatre travailler de concert et expulser pendant plus d'une heure tous les bouts de ficelle qu'elles peuvent rencontrer sur le plateau de la ruche.

Il semble bien qu'en pareil cas la première abeille ait incité, en un langage qui nous demeure inconnu, trois de ses congénères à l'imiter et à la seconder dans un travail extraordinaire.

Voici un autre exemple de semblable collaboration à un travail par sollicitation et imitation d'une action précise.

Sur la planche d'envol d'une ruche je place tout contre l'entrée, qu'il obstrue partiellement, un gros criquet mort. Au bout d'un temps très court une gardienne vient et, si je puis m'exprimer ainsi, flaire l'insecte; puis le saisissant par une patte avec ses mandibules, tente de le traîner sur la planche d'envol; mais, malgré ses efforts, elle n'y parvient pas. Elle va alors s'adresser à une autre gardienne qui se trouve sur la droite de la planche d'envol; pendant une minute environ elles croisent leurs antennes en fibrillation et tournent trois ou quatre fois en rond dans le sens dextrorsum; puis toutes deux se dirigent vers le criquet et tentent de le tirer chacune par une patte; mais leur effort est encore vain. La première gardienne va alors trouver une troisième abeille sur

la gauche de la ruche et semble lui faire la même sollicitation qu'à sa première auxiliaire; elles tournent également en rond, mais dans le sens sinistrorsum. Deux minutes plus tard, les trois abeilles sont attelées après le criquet qu'elles arrivent à traîner au bord de la planche d'envol et qu'elles laissent choir dans l'herbe.

Il est curieux de constater que les circonvolutions effectuées par les abeilles aient toujours eu pour trajectoire la direction du criquet. Cette danse en rond est peut-être à rapprocher des danses indicatrices qu'a décrites von FRISCH.

Toujours est-il, ainsi que je l'ai dit, que les observations précédentes semblent mettre en évidence que dans les colonies d'abeilles ait lieu un enseignement collectif des travaux normaux à accomplir et une sollicitation individuelle pour des travaux extraordinaires et que les abeilles agissent par imitation de leurs monitrices ou de leurs solliciteuses.

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

1. Abhandlungen der bayerischen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch naturwissenschaftliche Abteilung. Dernier n° reçu au 1^{er} juillet 1954: 61, 1953.
2. Académie royale de Belgique. Bulletin de la classe des sciences: 40, fasc. 5, 1954.
3. Académie royale de Belgique. Classe des sciences. Mémoires. Coll. in-8°: 28, fasc. 7, 1953.
4. Académie royale de Belgique. Classe des sciences. Mémoires. Coll. in-4°: 28, fasc. 3, 1953.
5. Académie royale des sciences, des lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Annuaire. 120, 1954.
6. Acta agronomica Academiae scientiarum hungaricae. III, 4, 1953.

* Cette liste est due à l'obligeance de M. R. CUÉNOT, Bibliothécaire à la Bibliothèque municipale de Nancy. Les échanges toujours actifs en juillet 1954 ont été seuls pris en considération pour l'établissement de cette liste. Une seconde énumérera les publications que nous recevons régulièrement.

7. Acta biologica Academiæ scientiarum hungaricæ. IV, 3-4, 1953.
8. Acta chimica Academiæ scientiarum hungaricæ. IV, 1, 1954.
9. Acta mathematica Academiæ scientiarum hungaricæ. II, 1-2, 1951.
10. Acta medica Academiæ scientiarum hungaricæ. V, 3-4, 1954.
11. Acta Musei Silesiæ (Casopis Slezskeho musea vopave). Série A. Historia naturalis. II, 2, 1952.
12. Acta ornitologica Musei zoologici polonici. Varsovie. 1949, IV, 6.
13. Acta physica Academiæ scientiarum hungaricæ. III, 3-4, 1953.
14. Acta physiologica Academiæ scientiarum hungaricæ. II, 3-4, 1951.
15. Acta societatis botanicorum Poloniæ. T. 23, fasc. 1, 1954.
16. Acta societatis entomologicæ Cechosloveniæ. 49, 1952.
17. Acta societatis pro fauna et flora fennicæ. 70, 1953.
18. Acta technica Academiæ scientiarum hungaricæ. II, 2-4, 1951.
19. Allan Hancock Atlantic expedition. Los Angeles. 6, 1948.
20. Allan Hancock foundation. Contributions. 65, 1951.
21. Anales de la Sociedad científica Argentina. 156, 2-4, 1953.
22. Annalen des naturhistorischen Museums in Wien. 59, 1953.
23. Annales Academiæ scientiarum Fennicæ. Série A. III, Geologica-Geographica. 36, 1953.
24. Annales Academiæ scientiarum Fennicæ. Série A. IV, Biologica, 20, 1953.
25. Annales Academiæ scientiarum Fennicæ. Série A. V, Medica, 38, 1953.
26. Annles botanici societatis zoologicæ Fennicæ Vanamo. 26, 1, 1952.
27. Annales de la Faculté des sciences de Marseille. 1953, 22, 1.
28. Annales de la Société d'émulation et d'agriculture de l'Ain. 1952, 72.
29. Annales de la Société géologique de Pologne (Rocznik polskiego towarzystwa geologicznego). 1952, 22, 2.
30. Annales de la Société géologique du Nord. 1952, 72.
31. Annales historico naturales Musei nationalis Hungarici, Budapest, 1953, IV.
32. Annales Musei zoologici polonici. 1952, 15, 6.
33. Annales scientifiques de l'Université de Besançon. 1953, VIII.
34. Annales Universitatis Mariæ Curie Sklodowska. Lublin. 1953, VIII.
35. Annales zoologici societatis zoologicæ-botanicæ Fennicæ Vanamo. 1953, 16.
36. Annali della Facolta di agraria di Portici della Universita di Napoli. 1951, 19.

37. Annali della stazione chimico-agraria sperimentale di Roma. 1952, série III.
38. Annali Triestini a cura della Università di Trieste. Sezione 2^a, Scienze ed. ingegneria. 1952, 5.
39. Annals of the New York Academy of sciences. 53, 1950.
40. Annuaire de l'Institut biologique à Sarajevo. Godisnjak biologskog instituta u Sarajivu. 1949, II.
41. Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution. 1952.
42. Annual report of the Bureau of American ethnology. 1951-52.
43. Archives des sciences. Genève. 1952, 5.
44. Archivum societatis zoologicæ botanicæ Fennicæ Vanamo. 1953, 8.
45. Arkiv för botanik utgivet av k. svenska vetenskapsakademien. 1952, 2, fasc. 6.
46. Arkiv för fysik utgivet av k. svenska vetenskapsakademien. 1954, 8, fasc. 1.
47. Arkiv för geofysik utgivet av k. svenska vetenskapsakademien. 1954, 2, fasc. 1.
48. Arkiv för kemi utgivet av k. svenska vetenskapsakademien. 1954, 7, fasc. 2.
49. Arkiv för matematik utgivet av k. svenska vetenskapsakademien. 1954, 3, fasc. 1.
50. Arkiv för mineralogi utgivet av k. svenska vetenskapsakademien. 1952, 1, fasc. 3-4.
51. Arkiv för zoologie utgivet av k. svenska vetenskapsakademien. 1953, 5, fasc. 5.
52. Arthropoda. Organo official de la Asociacion argentina de arthropodologia. 1951, I.
53. Atti della Accademia ligure di scienze e lettere. Gênes. 1951, 8.
54. Atti della Accademia nazionale dei Lincei. Memorie. Scienze fisiche, matematiche e naturali. 1950, III.
55. Atti della Accademia nazionale dei Lincei. Rendiconto. Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali. 1950, 9, fasc. 6.
56. Atti della Accademia nazionale dei Lincei. Rendiconto dell'adunanza solenne. 1946, 5.
57. Atti della Società toscana di scienze naturali residente in Pisa. Memorie. 1952, 9.
58. Bayerische Akademie des Wissenschaften. Jahrbuch 1952.
59. Beaufortia. Series of miscellaneous publications. Zoologica Museum. Amsterdam. 1954, n° 38.
60. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland. 1953, XII, 2.
61. Bergens Museum Arsbok. 1948.
62. Bericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur und Heilkunde zu Giessen. Naturwissenschaftliche Abteilung. 1952, 25.

63. Bericht über die Tätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft. 1950-51, 74.
64. Berichte des naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg in Brisgau. 1953, 43, Heft 1.
65. Berichte über die Verhandlungen der sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. 1951, 99, Heft 2.
66. Bidrag till kändedom af Finland natur och folk, utgifna af Finska Vetenskaps-societeten. 1953, 96, 2.
67. Bihang till Göteborg kungl. vetenskaps-och vitterhets-samhälles handlingar. 1952, 71.
68. Blumea. Tijdschrift voor de Systematiek en de Geografie der Planten. Leiden. 1952, 7, fasc. 2.
69. Boletin del centro de Documentacion cientifica y tecnica. Mexico. 1954, III, 4.
70. Bollettino dell' Istituto di entomologia della Universita degli studi di Bologna. 1952-1953, 19.
71. Bolletino del laboratorio di zoologia generale e agraria del Istituto superiore agrario in Portici. 1941, XXXI.
72. Bulgarska Akademia na naukite. Izvestia na geologueskia institut. 1953.
73. Bulletin de l'Association philomatique d'Alsace et de Lorraine. Strasbourg, 1952, fasc. 2.
74. Bulletin de l'Institut français d'Afrique noire. Dakar, 1954, 16.
75. Bulletin de la Société belfortaine d'émulation, 58, 1952-53.
76. Bulletin de la Société d'études scientifiques d'Angers. 1946, 76^e année.
77. Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar. 1953, 44.
78. Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord. 1953, 44.
79. Bulletin de la Société d'histoire naturelle de la Moselle. 1950, 12.
80. Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse. 1953, 88, fasc. 4.
81. Bulletin de la Société d'histoire naturelle des Ardennes. 1953, 43.
82. Bulletin de la Société d'histoire naturelle du Doubs. 1951, 55.
83. Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles et du Muséum de Rouen. 1952, 88.
84. Bulletin de la Société des naturalistes et archéologues du Nord de la Meuse. 1950-1951, 62-63^e année.
85. Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne. 1944-46, 94.
86. Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France. 1946-47, 10.

87. Bulletin de la Société des sciences naturelles de Seine-et-Oise. 1948. série 4, t. I.
88. Bulletin de la Société des sciences naturelles de Tunisie. 1953, VI.
89. Bulletin de la Société fribourgeoise des sciences naturelles. Compte rendu. 1952, 42.
90. Bulletin de la Société géologique de Normandie et des Amis du Muséum du Havre. 1953, 43.
91. Bulletin de la Société linnéenne de Normandie. 1950, 6^e vol.
92. Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles. 1953, 76.
93. Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique. 1951, 83.
94. Bulletin de la Société royale des sciences de Liège. 1954, 23^e an., fasc. 3-4.
95. Bulletin de la Société scientifique de Bretagne (Sciences mathématiques, physiques et naturelles). 1952, 27.
96. Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles. 1953, 65, 285.
97. Bulletin de Mayenne-sciences. Laval. 1952.
98. Bulletin du Muséum d'histoire naturelle du pays serbe. Série A. Minéralogie, géologie, paléontologie. 1951, livre 4.
99. Bulletin du Muséum d'histoire naturelle du pays serbe. Série B. Sciences biologiques. 1950, livre 4.
100. Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle. 1954, fasc. 1.
101. Bulletin et annales de la Société entomologique de Belgique. 1953, 89^e année.
102. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon. 1954, 23^e an., fasc. 6.
103. Bulletin of the Buffalo society of Natural Sciences. 1953, 21, fasc. 2.
104. Bulletin of the Illinois natural history survey. 1951, 25, 3.
105. Bulletin scientifique de Bourgogne. 1951, XIII.
106. Bulletins mensuels. Société des naturalistes luxembourgeois. 1951, 45^e an.
107. Cahiers de préhistoire et d'archéologie, publ. par les Sections françaises de l'Institut international d'études ligues. 2, 1953.
108. Canada department of mines and resources. Mines and geology branch Geological survey. 1952, 271.
109. Canada department of mines and resources. Mines, forests and scientific services branch. Bulletin. 1949, 113.
110. Canada department of mines and resources. Report of mines and geology branch. 1952.

111. Candollea. Organe du Conservatoire et du Jardin botanique de la ville de Genève. 1952-53, 14.
112. Delpinoa. Nuova serie del Bulletino dell' orto botanico della Università di Napoli. 1953, 93 (6).
113. Denison University bulletin. Journal of scientific laboratories. 1952, 43, 2.
114. Direcção Geral de minas e serviços geológicos. Comunicações... 1953, 34.
115. Direcção Gera de minas e serviços geológicos. Estudos, notas e trabalhos de serviço de fomento mineiro. 1952, VIII, 3-4.
116. Fragmenta faunistica Musei zoologici polonici. 1953, 23.
117. Göteborgs kungl. vetenskaps-och vitterhets samhälles. Handlingas. Serien B, Matematiska och naturvetenskapliga skrifter. 1952, 7.
118. Institut danois des échanges internationaux de publications scientifiques et littéraires. Dania polyglotta. 1952, 8^e an.
119. Institut grand-ducal de Luxembourg. Section des sciences naturelless, physiques et mathématiques. Archives. 1951, 53, 20.
120. Instituto botanico da Universidade de Coimbra. Boletim de Sociedade Broteriana. 1953, 27.
121. Instituto botanico da Universidade de Coimbra. Memorias da Sociedade Broteriana. 1953, 9.
122. Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins zu Osnabruck. 1950, 25.
123. Det Kgl. Danske videnskabernes selskaf. Biologiske meddelelser. 1950, 19.
124. Det Kl. Danske videnskabernes selskaf. Biologiske skrifter. 1950, VII, 4.
125. Det Kgl. Danske videnskabernes selskaf. Mathematisk-fysiske meddelelser. 1953, 28, 3.
126. Det Kgl. Dansk videnskebernes selskaf. Ooversigt over selskabets virksomhed. 1952-53.
127. Kungliga svenska vetenskapsakademiens Arsbok. 1953.
128. Kungliga svenska vetenskapsakademiens handlingar. 1954, 5, fasc. 1.
129. Kungliga vetenskaps societetens. Arsbok. Uppsala. 1952.
130. Madjalah ilmualam untuk Indonesia. Indonesian journal for natural science. 1953, 109, fasc. 6.
131. Mémoires de l'Académie de Stanislas. 1950.
132. Mémoires de l'Institut français d'Afrique Noire. 1953, 34.
133. Mémoires de la Société des ciences naturelles de Tunisie. 1, 1951.
134. Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse. 1950-51, 31, 1^{er} fasc.

135. Mémoires de la Société entomologique de Belgique. 1953, 26.
136. Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. 1950-51, 45.
137. Mémoires de la Société neufchâteloise des sciences naturelles. 1954, VIII, 2.
138. Mémoires de la Société royale des sciences de Liège. 1954, 14.
139. Mémoires de la Société vaudoise des sciences naturelles, 1953, t. 10, fasc. 5.
140. Memoirs and proceedings of the Manchester literary and philosophical society. 1952-53, 94.
141. Memoranda Societatis pro fauna et flora fennica. 1948, 24.
142. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. 1952, 50.
143. Memorie e rendiconti della Accademia di scienze, lettere e belle arti di Acireale. Classe di scienze. 1950, I.
144. Miscellaneous publications. University of Michigan. Museum of zoology. 1949, 74.
145. Mitteilungen der Basler botanischen Gesellschaft. 1954, II.
146. Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft Bern. 1953, 10.
147. Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft Solothurn. 1953, 17.
148. Mitteilungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Winterthur. 1953, 83.
149. Mitteilungen der naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark. 1953, 83.
150. Mushi. Hukuoka entomological laboratory. 1951, 22.
151. Nachrichten der Akademie der Wissenschaften in Göttingen. II a. Mathematisch-physikalisch-chemische Abteilung. 1953, 1-4.
152. Nachrichten... II b. Biologisch-physiologisch-chemische Abteilung. 1953, 1-4.
153. Natur und Volk. 1954, 84, 1.
154. Naturforschende Gesellschaft Solothurn. Bericht. 1951.
155. Notulae naturae of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1953, 255.
156. Nova acta regiae Societatis scientiarum Upsaliensis. 1950, 15, fasc. 7.
157. Occasional papers of the California Academy of sciences. 1953, XXII.
158. Polish technical abstracts. Warszawa. 1953, 4.
159. Polska Akademia Nauk. Instytut zoologiczny. Fauna sklodkowodna polski. 37, 1953.
160. Polskie towarzystwo botaniczne. Acta agrobotanica. I, 1953.
161. Polskie towarzystwo botaniczne. Monographiae botanicae. I, 1953.

162. Poznanskié towarzystwo przyjaciel nauk. Bulletin de la Société des Amis des sciences de Poznan. Série B. Sciences mathématiques et naturelles. 1953, 14, fasc. 6.
163. Proceedings and transactions of the Liverpool biological society. 1953, 59.
164. Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia. 1953, 105.
165. Proceedings of the American Academy of art and sciences. 1954, 83, fasc. 2.
166. Proceedings of the California Academy of sciences. 1953, 28, fasc. 3.
167. Proceedings of the national Academy of sciences. 1954, 40, fasc. 5.
168. Proceedings of the Nova Scotian Institute of science. 1951-52, 23, 2.
169. Recueil de l'Académie de Montauban. 1945, 46, 55.
170. Redia. Giornale di entomologia pubblicato dalla stazione di entomologia agraria in Firenze. 1953, 38.
171. Revista científica. Rio-de-Janeiro: 1953, IV, 1-2.
172. Revue des questions scientifiques. Bruxelles. 1954, 20 avril.
173. Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein. 1952, 26, Heft 2.
174. Scienza e tecnica. Roma. 1951, 12, fasc. 9.
175. Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München. 1952.
176. Smithsonian Institution. Bureau of american ethnology. Bulletins. 1952, 156.
177. Smithsonian Institution. Institute of social anthropology. Publication. 1953, 16.
178. Società nazionale di scienze, lettere ed arti di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle scienze, fisiche et matematiche. 1952, 19.
179. Societas botanicorum Poloniae. Fragmenta floristica et geographica. 1950-51, 11.
181. Societas pro fauna et flora Fennica. Acta botanica fennica. 1951, 50.
182. Societas pro fauna et flora Fennica. Acta zoologica fennica. 1952, 70.
183. Societas pro fauna et flora Fennica. Fauna fennica. 1947, 1.
184. Societas pro fauna et flora Fennica. Memoranda societatis. 1952, 28.
185. Societas scientiarum fennica. Arsbok. 1951, 24.
187. Societas scientiarum fennica. Commentationes humanarum litterarum. 1953, XVIII.

188. Societas scientiarum fennica. Commentationes physico-mathematicae. 1952, XVI.
 189. Societas scientiarum naturalium Croatica glasnik. Periodicum biologorum. 1952, II, 6.
 190. Stazione Chimico agraria sperimentale di Roma. Annali. 1950.
 191. Tätigkeitsberichte der naturforschenden Gesellschaft Basel-land. 1950, 52, 19.
 192. Trabalhos da sociedade portuguesa di antropologia e etnologia. 1951, XIII.
 193. Transactions of the Academy of sciences of St Louis. 1953, t. 31, fasc. 6.
 194. Transactions of the New York Academy of sciences. 1950, 12, fasc. 8.
 195. Transactions of the Wisconsin Academy of sciences, arts and letters. 1953, 42.
 196. Union des sociétés françaises d'histoire naturelle. Bulletin trimestriel. 1954, 166.
 197. Universitetet i Bergen. Arbok. Naturvitenskapelig rekke. 1953, 19.
 198. University of Kansas. Paleontological contributions. 1952. Vertebra, 5.
 199. University of Kansas. Publications Museum natural history. 1953, 7, fasc. 3.
 200. University of Kansas. Science bulletin. 1953, 35, fasc. 3.
 201. Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. 1953, 64.
 202. Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westphalens. Decheniana. 1953, 107.
 203. Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. 1953, 93.
 204. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zurich. 1954, Neujarhsblatt.
 205. The Wasman. Journal of biology. 1953, 11, fasc. 3.
 206. Zooleo. Bulletin de la Société de botanique et de zoologie congolaise. 1954, 26.
 207. Zoologiska bidrag från Uppsala. 1949, 52, XXIX.
-