

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

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

SOMMAIRE

Dr MOREAUX: Premiers résultats d'expériences relatives à l'action de la « gelée royale »	49
Mlle Noëlle DEMEUSY: Essais d'implantation d'organes réactifs chez les crustacés	54
Henri CONTAUT: Sur le rôle joué par les failles.....	57
Pierre L. MAUBEUGE: Un nouveau cas d'observation de radiesthésie appliquée à la géologie	65
A. VEILLET, M.-L. BALESDENT-MARQUET, R. LENEL et G. VERNET-CORNUBERT: Remarque sur le mécanisme hormonal de la mue chez les crustacés décapodes	70

**PREMIERS RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES
RELATIVES A L'ACTION
DE LA « GELÉE ROYALE »***

PAR

le Dr MOREAUX

Impressionné par la rapidité avec laquelle la nourriture vulgairement appelée « gelée royale » que les abeilles-nourrices d'une ruche dispensent à une larve issue d'un œuf fécondé provoque le complet développement d'une mère-abeille, autrement dit d'une reine, on a abusivement conseillé et prôné son usage comme susceptible de favoriser le développement des êtres jeunes, de rendre de la verdure aux vieillards, de favoriser la ponte des poules et de rendre fécondes des fe-

* Note présentée à la séance du 20 janvier, 1955.

melles stériles, voire après la ménopause, et certains auteurs ont attribué ces hypothétiques actions à la présence des vitamines contenues dans la « gelée royale », des vitamines du groupe B et de la vitamine E en particulier.

On a semblé de prime abord ne tenir aucun compte du fait que les éléments vitalisants contenus dans la « gelée royale » peuvent être spécifiquement adaptés aux invertébrés que sont les abeilles et sans action sur les animaux supérieurs et que, d'autre part, les quelques milligrammes qui suffisent à une larve de reine pour lui permettre ses métamorphoses et l'amener à son complet développement apparaissent comme considérablement insuffisants pour avoir une action sur les vertébrés.

Nous avons entrepris avec la « gelée royale » un certain nombre d'expériences dont voici les premiers résultats, d'ailleurs décevants.

Sur 12 rats blancs pesant de 7 à 9 grammes deux jours après leur naissance 6 ont été normalement alimentés, après allaitement maternel, et les 6 autres ont en outre reçu, tous les deux jours, de la « gelée royale » incorporée à leur pâtée alimentaire.

Au 10^e jour, au 20^e jour, au 30^e jour, au 60^e jour et au 80^e jour, ce dernier marquant l'état adulte, tous les rats furent exactement pesés; leur poids respectif variait entre 17 et 19 grammes le 10^e jour, 22 et 24 grammes le 20^e jour, 30 et 40 grammes le 30^e jour, 74 et 80 grammes le 60^e jour, et était de 220 grammes environ à l'état adulte.

Aucune différence de poids n'apparut entre les rats alimentés avec ou sans adjonction de « gelée royale » dans leur nourriture.

Voici maintenant les résultats de nos expériences relatives à l'action hypothétique de la « gelée royale » sur la fonction génésique des mêmes mammifères.

12 rats blancs mâles adultes ont reçu pendant deux mois une alimentation normale suivant, pour leur régime, les indications que nous ont obligeamment fournies les Laboratoires Hoffmann-La Roche, de Bâle.

Au bout de ce temps 6 de ces rats ont continué à recevoir la même alimentation alors que les 6 autres étaient carencés

en vitamine E, toujours suivant les indications fournies par les Laboratoires de Bâle.

Après sept semaines les 12 rats furent sacrifiés et leurs testicules prélevés.

La pesée des testicules des rats non carencés a donné 1.5 gr, 1.8 gr, 1.9 gr, 2.2 gr, 2.5 gr et 2.7 gr.

Celle des testicules des rats carencés a donné 0.28 gr, 0.30 gr, 0.36 gr, 0.39 gr, 0.48 gr et 0.53 gr.

A l'examen histologique, alors que les testicules des rats normalement nourris se révélaient normaux, ceux des rats carencés présentaient l'aspect d'une dégénérescence analogue à une involution sénile: diminution notable des divisions cellulaires, mitoses de maturation peu nombreuses; le nombre des éléments de l'épithélium séminal était considérablement diminué; dans un cas même (testicules ne pesant que 0.28 gr) l'épithélium était quasi inexistant et l'on n'observait plus que des cellules de Sertoli. Les cellules interstitielles, rares d'ailleurs chez le rat, avaient subi elles-mêmes une involution: elles étaient farcies de pigment, plus plates, sans l'aspect caractéristique de cellules glandulaires.

Les plus atteints de ces rats présentaient, en outre, des lésions d'iritis.

A noter que trois de ces rats (ceux dont les testicules ne pesaient que 0.28 gr, 0.30 gr et 0.36 gr) s'étaient montrés frigides en présence de femelles.

A 5 autres rats, préalablement et longuement carencés en vitamine E, on a trois jours par semaine et pendant trois à quatre semaines fait absorber de la vitamine E synthétique (en l'occurrence de l'*éphyval*) à la dose de 0.015 gr. Au bout de ce temps 4 de ces rats ont normalement fécondé des femelles; quant au 5^e il n'a perdu sa frigidité qu'au bout de sept semaines.

Ces rats sacrifiés ont montré une reprise manifeste de leur spermathogénèse; chez le 5^e seulement l'épithélium séminal demeurait moins développé, mais ses cellules interstitielles apparaissaient normales.

Les poids des testicules étaient alors de 1.3 gr, 1.8 gr, 1.9 gr, 2.2 gr et 2.4 gr.

A 5 autres rats carencés de même en vitamine E on a ré-

gulièrement donné de la « gelée royale » recueillie à l'état pur, dans des alvéoles royaux autour de larves de reines d'abeilles en évolution. 4 de ces rats sont demeurés frigides en présence de femelles; un seul a eu un coït d'ailleurs non fécondant.

Les testicules de ces rats pesaient respectivement 0.32 gr, 0.34 gr, 0.36 gr, 0.37 gr et 0.39 gr. Leur examen histologique a révélé la même involution que celle précédemment décrite chez d'autres rats carencés.

De semblables expériences ont été reprises en utilisant non plus de la « gelée royale » pure, recueillie directement dans les alvéoles royaux, mais avec des produits pharmaceutiques à base de « gelée royale » vendus dans le commerce. Les résultats ont été absolument les mêmes et aussi négatifs qu'avec la « gelée royale » pure.

Il semble donc bien que la « gelée royale » n'ait aucune action favorable sur la spermathogénèse et la fonction génésique des mammifères contrairement à la vitamine E synthétique.

Nos dernières expériences ont porté sur 9 rates carencées en vitamine E.

Soumises à un coït avec 9 rats normaux différents, elles ont toutes avorté: l'une a expulsé 4 foetus morts le 16^e jour; deux ont expulsé 5 et 6 foetus morts le 19^e jour; les 6 autres ont accouché de 5, 6 et 8 foetus morts les 20^e, 21^e et 22^e jours.

8 de ces rates ayant survécu à ces avortements, 4 ont reçu pendant les 4 premiers jours d'une nouvelle portée de la vitamine E synthétique (éphynal) et ont ensuite conduit à terme leur gestation donnant 6 à 8 ratons viables les 21^e ou 22^e jours.

4 autres de ces rates ont reçu pendant le même laps de temps, et même pendant sept jours pour certaines, de la « gelée royale » pure ou en préparation pharmaceutique et ont continué à avorter lors de deux portées successives.

Sacrifiées ces 4 rates présentaient des ovaires normaux et tous les aspects d'une ovogénèse normale. Il semble donc bien:

1^o que l'avortement chez les rates carencées soit dû à une anomalie de développement des tissus foeto-placentaires;

2° que l'administration de vitamine E synthétique permette de remédier à cet état;

3° que *celle de la « gelée royale » soit absolument sans action.*

Tels sont les résultats de nos premières expériences relatives à l'action de la « gelée royale » sur le développement et la fonction génésique des petits mammifères.

On peut supposer que si cette action a été nulle c'est parce que la quantité infinitésimale de vitamines contenues dans la « gelée royale », si elle suffit à assurer un développement normal de reine d'abeilles, est notablement insuffisante pour avoir une action sur le rat auquel il faudrait alors faire absorber des quantités considérables du produit pour qu'une action, bien hypothétique d'ailleurs, se manifeste.

On peut alors considérer comme une utopie l'hypothèse d'une action sur l'homme, même si l'on parvenait à lui donner pondéralement la proportion de « gelée royale » indispensable et dont l'énorme production dès lors nécessaire ne semble pas pratiquement réalisable.

ESSAIS D'IMPLANTATION D'ORGANES RÉACTIFS CHEZ LES CRUSTACÉS*

PAR

Mlle Noëlle DEMEUSY

Le problème du déterminisme des caractères sexuels externes des Crustacés n'est pas encore entièrement résolu. Après des études expérimentales de castration, d'irradiation, et après l'observation de nombreux cas de parasitisme, l'explication suivante nous apparaît comme la plus acceptable : le sexe est déterminé génétiquement au moment de la fécondation. La différenciation sexuelle de chaque territoire se ferait sous l'influence d'une réaction physico-chimique variable suivant la composition chromosomique des cellules de ce territoire. Toutefois, les réactions qui dirigent le développement de chaque caractère sexuel peuvent être influencées par l'intermédiaire du milieu intérieur, en particulier par un changement de composition de ce milieu.

Nous avons pensé alors qu'un fragment de tégument présentant des caractères sexuels tels que la pilosité par exemple, réagirait sous l'influence d'un milieu intérieur différent de celui auquel il a été soumis. C'est pourquoi nous avons réalisé des implantations. De telles expériences ont déjà été tentées avec succès chez les Insectes (1) (2).

Le premier fait à obtenir est la survie et la croissance autonome des implants.

* Note présentée à la séance du 17 février 1955.

(1) PIEPHO (H.). — *Biol. Zbl.*, 58, 1938, p. 356-366.

— — — *Biol. Zbl.*, 58, 1938, p. 481-485.

(2) KUHN et PIEPHO. — *Biol. Zbl.*, 60, 1940.

NOTION DE PÉRIODE CRITIQUE

Chez les Insectes, pour obtenir ce résultat, on doit prélever l'implant pendant la période critique, c'est-à-dire pendant les stades II ou III qui se caractérisent par une crise de mitoses dans l'hypoderme. Chez les Crustacés, la période critique est difficile à délimiter. Le problème de l'induction du cycle de sécrétion épithéliale n'est pas résolu. La mue serait déclenchée et déterminée dès le début de l'étape D¹ mais la fin de l'étape C³ pourrait être considérée déjà comme une reprise de l'activité.

ESSAIS D'IMPLANTATION

Des fragments de tégument sont prélevés pendant les étapes C³, C⁴ et D², en bordure de l'abdomen chez de jeunes *Carcinus*. Ils sont implantés dans la cavité générale de Crabes adultes. Donneurs et receveurs sont élevés parallèlement. Les greffons sont retirés après des intervalles de temps croissants. Ils sont fixés au Bouin trichloracétique et les coupes sont colorées au trichrome de Masson ou à l'hémalum-éosine.

Trois jours après l'implantation, le greffon présente une zone de bordure brunâtre. Sa coloration cuticulaire est conservée. L'examen microscopique révèle un hypoderme encore vivant et un squelette tégumentaire intact.

Au fur et à mesure que la durée d'implantation augmente, la vitalité du greffon s'affaiblit. L'implant est fortement mélanisé. Les coupes montrent un hypoderme mort et désagrégé, remplacé parfois par du pigment. Sept jours après l'opération, les couches cuticulaires sont encore homogènes. Vingt jours après, elles commencent à se désorganiser. La couche principale est beaucoup plus atteinte que la couche pigmentaire. Dans les deux cas, le greffon est englobé dans une épaisse gangue conjonctive.

D'autres expériences réalisées en prélevant des fragments de téguments à l'étape D du cycle d'intermue fournissent des résultats identiques.

Ainsi, chez les Crustacés il semble bien que le fragment tégumentaire ne survive pas à l'implantation. On peut penser que la vitalité du greffon est liée aux âges et stades du donneur et à ceux du récepteur. Des essais poursuivis en réalisant toutes les combinaisons possibles de ces différents stades n'apportent pas de résultats plus satisfaisants. L'échec de cette méthode est-il dû au fait que chez les Insectes les expériences intéressent des tissus larvaires? Il est difficile en effet de comparer les jeunes stades de développement d'un Crustacé à des stades larvaires. Peut-être est-il dû aussi au fait que les Insectes, moins riches en sang que les Crustacés, ou tout au moins au système circulatoire mieux endigué, fournissent de meilleures conditions pour la survie d'un implant de tégument.

(Institut de Biologie de Nancy.)

SUR LE ROLE JOUÉ PAR LES FAILLES*

PAR

Henri CONTAUT

Nous n'envisagerons ici que les failles tectoniques, en général très anciennes. Leur formation comme leurs mouvements posthumes se traduisent par des tremblements de terre. Les failles rejouent au cours des siècles et leurs parois se polissent, créant des miroirs de faille. Préalablement au rejeu, il arrive que les terrains sont affectés par des soulèvements très lents, se fissurent progressivement d'une façon presque invisible. On le constate par l'amenuisement du débit et même la disparition des sources de la région affectée. De faibles déplacements de terrain se traduisent par des variations de visibilité d'objets en relief, tels que clochers, variations qui finissent par s'accuser, au cours d'une vie humaine. D'ailleurs, la terre est presque constamment agitée par des microséismes qui ne sont perçus que par des appareils très sensibles.

Certaines grandes failles restent invisibles quand elles sont recouvertes de sédiments récents et en particulier d'alluvions fluviales.

Le rejeu des failles est fréquemment accompagné de grondements souterrains. Les séismes commencent par des mouvements verticaux toujours très remarquables. Puis, lorsque la tension interne dépasse la résistance au cisaillement des roches, la rupture brutale se produit engendrant, par effet élastique, une série de vibrations, d'ondulations qui se transmettent horizontalement et concourent, d'une façon toute particulière, à la destruction des constructions en surface. A l'intérieur des blocs en mouvement, les dégâts dans les mi-

* Note présentée à la séance du 17 février 1955.

nes restent minimales. Ils se traduisent principalement par une abondante émission de grisou, suite naturelle du fendillement des couches de charbon, et par la chute de quelques blocs détachés du toit ou des parois des galeries.

Le rejeu d'une faille se fait rarement sur toute sa longueur, mais atteint les régions les plus mal ressoudées, puis s'étend progressivement.

Ainsi la faille qui occupe la vallée du Missisipi, rejoignant à partir de son embouchure, en 1811, a mis une année pour remonter jusqu'aux lacs canadiens, en détruisant successivement toutes les villes situées dans cette vallée. Les rejeux de failles sont parfois fréquents. La partie sud de la faille de San Andréas, reconnue sur 900 kilomètres, aurait d'après Nobilé coulissé en sens divers, dans sa partie sud, totalisant 40 kilomètres. C'est un rejeu de cette faille, sur 450 kilomètres, ayant coulissé sur 7 mètres en laissant un rejet final de un mètre, qui a causé la destruction de San Francisco le 18 avril 1906. L'origine de ce mouvement a été situé à 20 kilomètres de profondeur. Depuis, des triangulations effectuées en 1906, 1922 et 1946 ont montré que cette faille continue à jouer. Déjà dénivelée de 50 centimètres, cinquante ans avant le sinistre, ce mouvement très lent se serait poursuivi en s'accéléralant au fur et à mesure que l'on approchait du séisme de 1906. Cette faille était d'ailleurs responsable du gros séisme de 1857.

Les fissures, qui font communiquer la zone originelle (aire épicertrale) du séisme avec l'extérieur, laissent fréquemment échappé du méthane, de l'anhydre sulfureux, du gaz carbonique, etc..., de la vapeur d'eau, des eaux thermo-minérales. Quand l'origine de la faille se trouve plus profonde, par les cheminées s'écoulent des roches fondues qui par détente donnent des projections de gaz. Puis, petit à petit, les fissures se soudent et se colmatent.

Au cours des mouvements d'une faille, nous assistons donc à deux ordres de phénomènes :

- 1° Une élévation du terrain suivie d'une rupture;
- 2° Une rechute des éléments détachés dans les cavités produites.

Elle se trouve sans doute à l'origine du dénivellement des

lèvres de la faille. Nous sommes donc amenés à penser que dans les grands synclinaux, à des profondeurs allant jusqu'à 40-50 kilomètres, se forment, par décollement des strates, d'immenses cavernes. Elles résultent de la pression occasionnée par la vaporisation de l'eau, quand elle atteint son point critique.

C'est vers 10 à 12 kilomètres, en effet, que se trouve une importante zone originaire de séisme. Ces cavernes résultent aussi de la pression exercée par les gaz de pyrogénéation provenant de la décomposition de matières organiques et de carbonates, vers 28-32 kilomètres, autre zone séismogène importante. La fissuration des parois entraîne la fuite des gaz et, avec la disparition de leur pression, de vastes effondrements. On peut supposer que des infiltrations d'eau peuvent se produire dans les zones chaudes avec des vaporisations brutales, bien faites pour expliquer les mugissements et autres phénomènes sonores constatés au cours des séismes. Les effets de ces effondrements gagnent la surface en s'atténuant progressivement. Ils ne laissent plus qu'une zone minime de tassements avec une série de fissures parallèles à la fissure principale. Nous n'enregistrons donc que l'écho lointain et très atténué d'importants phénomènes en profondeur. D'ailleurs plus le lieu d'origine de la faille est profond, plus ses effets superficiels sont faibles. C'est ainsi que l'on tend à rattacher des séismes d'intensités 1 ou 2, en particulier au Sud et à l'Ouest du Japon, à une origine qui, à 100 kilomètres près, se situe vers 500-700 kilomètres de profondeur.

La zone fissurée, semblable aux effondrements, causés par des galeries de mines abandonnées, constitue une zone de moindre résistance, à la merci des agents atmosphériques qui la déblaient. La faille se traduit souvent en surface par un vallum qui trace peut-être l'image d'anciens plissements. Parfois ce vallum suffisamment profond attire les eaux du voisinage et se transforme en rivières. Nous trouvons ainsi l'explication des directions accusées par nos cours d'eaux.

! *
* *

Pour donner une idée de l'évolution progressive des fail-

les, nous examinerons l'histoire des mouvements successifs de la faille de San Salvador en Amérique Centrale. Il s'agit de l'une des nombreuses failles bordurières de l'effondrement du Pacifique. Le sol de la côte en fort relief, tombe à moins de 150 kilomètres, à plus de 5.000 mètres de profondeur. Le 14 avril 1854, à 5 heures 30, de légères secousses sismiques commencent dans la région de San Salvador. Elles iront en s'accroissant les jours suivants, s'accompagnant de grondements souterrains. Le 16 avril, à 11 heures, l'ébranlement atteint une extrême violence, détruisant complètement la ville de San Salvador. « Il nous semblait, dira un témoin, que nous nous trouvions sur une voûte en train de s'effondrer. » Cette secousse fut en effet suivie, durant plusieurs heures, d'un mouvement vibratoire continu du sol, avec grondements violents. Le maximum fut atteint le 17 à 1 heure du matin, moment où le grondement ressemblait à la détonation d'une décharge d'artillerie de gros calibre ou à la chute d'un rocher volumineux tombant sur des voûtes de plus en plus profondes. Il était accompagné de mouvements effrayants du sol. Ce phénomène intéressait la faille sur 20 kilomètres en direction S.O-N.E. et sur une largeur maximum de 1 kilomètre. Comme suites : assèchement complet de toutes les sources, formation de nombreuses crevasses et du fossé de la Zurita, le tout accompagné d'odeurs sulfureuses. Les poissons du lac Illopango furent détruits. Le mois suivant, les secousses vont en s'affaiblissant puis cessent.

Le 22 février 1873, les secousses reprennent. Dans la nuit du 18 au 19 mars, grondements souterrains violents. Le 19 mars, violentes oscillations verticales qui ruinent à nouveau la ville reconstruite, avec bruits ressemblant à une forte détonation. Au cours de la nuit, oscillations du sol de l'Est à l'Ouest. Nouvelles émissions sulfurées dont l'effet se fit sentir sur les poissons du lac d'Illopango. La secousse principale fut ressentie sur 30 à 32 kilomètres. Le lac de Cuscatlan disparaît dans une crevasse.

Nouvelles secousses le 20 décembre 1879, 600 à 800, avec mugissements souterrains. Certaines sont violentes et durent 50 secondes. Elles détruisent les villages au bord du lac d'Illopango et produisent d'énormes éboulements. De nom-

breuses sources naissent et le débit des ruisseaux décuple. Du 17 au 31 décembre, les ébranlements s'arrêtent. Très violente secousse le 31 décembre, à 7 h. 54, avec dégâts très graves dans les localités situées à plusieurs kilomètres au Nord, notamment à Coatipèque, San Marcos et jusqu'au Guatemala. Au milieu du lac, une fente importante donne issue à des laves. Les eaux du lac augmentent subitement de volume et se déversent dans le Rio Jíboa qui ravage toute la région. Godyear estime que 635 millions de mètres cubes ont été évacués, entre le 9 et le 11 janvier. A cette date, l'émission cesse. En même temps, on constate sur la surface du lac une émission importante de bulles de méthane et autres gaz. Cette émission, après une forte explosion, se transforme, le 20 janvier, en une énorme colonne de fumée noire et des roches incandescentes émergent du lac. Leur volume s'accroît progressivement et forme un petit volcan de 40 mètres de hauteur. Le 23 janvier, à 20 h. 30, à la suite d'une violente explosion, nouvelle colonne de fumée à grande hauteur, mais le volcan semble se refermer. Le 23 février, nouvelle secousse accompagnée d'une émission de gaz considérable. Du 23 février au 19 mars, c'est un volcan de pierres. A côté, naît un volcan de terre qui crache avec explosion des matériaux pulvérulents.

Depuis le 19 mars 1880, les volcans se sont endormis et ne laissent plus exhaler que des gaz avec odeur sulfureuse. Une source thermale sourd au bord du volcan de pierre.

Il est difficile de trouver un plus bel exemple de l'évolution, du développement d'une faille avec son approfondissement progressif.

Des observations plus récentes dues à un géologue genevois, Frédéric Montandon, nous fournissent des observations modernes sur les failles du Valais. Le 24 janvier 1946, à 20 heures, on observe, même de fort loin, l'émission dans le Valais, de groupes lumineux de formes diverses se déplaçant à grande vitesse. Le 25, à 5 h. 45, nouvelles émissions de traînées lumineuses flamboyantes : « En plein ciel du Valais de nombreux groupes de lueurs colorées de toutes formes, se constituent instantanément à faible altitude, en particulier des globes incandescents, rougeoyants, accompagnés

parfois d'éclairs verts. Enfin de courtes flammes sortaient du sol en dansant, accompagnées de rubans lumineux qui se déroulaient. Des sortes de champignons lumineux se décollaient et s'élançaient dans les airs à des vitesses prodigieuses, disparaissaient rapidement. » Enfin, 23 heures après l'apparition de la première lueur, un tremblement de terre violent secoua la région.

On ne peut s'empêcher de faire un rapprochement entre ces cigares, soucoupes et autres objets lumineux, signalés dans notre atmosphère, au cours des derniers mois de 1954. Ces phénomènes semblent avoir cessé brusquement vers le 27 octobre, au moment de la catastrophe de Salerne. Il est permis de penser que l'effondrement sur 15 kilomètres du bord de la falaise, vers 3 h. 30 du matin, n'était que la manifestation finale d'un mouvement de faille. Il dut être accompagné d'une émission considérable d'eau qui expliquerait les pluies torrentielles qui ont affecté non seulement l'Italie, mais les régions avoisinantes.

Sans doute que de tels phénomènes, observés très anciennement, avaient frappé les esprits. On en retrouve l'image dans presque toutes les religions avec la notion de signaux lumineux visibles dans le ciel et annonçant la fin du monde.

Les failles ne transportent pas seulement de l'eau, mais aussi des sels de fer provenant du lavage des zones profondes. Justement ces activités de failles correspondent aux périodes critiques et à l'origine des changements brusques de sédimentation qui se trouvent ainsi soulignés par des dépôts d'oxyde de fer. Ces failles amènent probablement les grosses quantités de chaux nécessaires à l'édification des récifs coraux. Remarquons d'ailleurs que ceux-ci sont localisés dans des régions particulièrement instables et soumises à de nombreux séismes.

*
* *

Jusqu'ici, nous n'avons guère observé que des mouvements de faille isolée sans grande importance. Il n'en fut pas toujours ainsi et la considération des montagnes et de nombreux volcans nous laissent penser qu'autrefois, de tels phénomènes affectaient simultanément de vastes surfaces et de

nombreuses failles. Imaginons donc ce qui se produirait, dans ce cas, en Lorraine et dans les régions voisines.

Notre région a été affectée par les soulèvements des Vosges et de l'Ardenne. Nous y trouvons par exemple du Bajocien-Bathonien à 360-400 mètres au-dessus du niveau de la mer. Normalement ces couches devraient se trouver au moins à 1.500-2.000 mètres de profondeur. Ce soulèvement a dû s'accompagner de la réouverture de nombreuses failles.

Actuellement, si ce phénomène se produisait, immédiatement, l'importante nappe d'eau du grès des Vosges jaillirait, comme elle fait au Parc Sainte-Marie, à Tomblaine, à Mondorf, entraînant avec elle sable et galets. D'une profondeur plus grande viendrait du méthane (grisou) si abondant dans nos sondages de recherche de houille et sans doute bien d'autres éléments de zones plus profondes. En un temps très court, nos vallées se rempliraient, s'élargiraient, se ravindraient, toute vie cesserait dans une atmosphère de brouillard, de pluie et de neige. Lorsque les failles se seraient colmatées et l'eau évacuée, la région se dégagerait avec ses plateaux ravinés, démantelés plus ou moins, Un régime de toundras s'établirait et petit à petit la vie végétale et animale reprendrait. Tel a été sans doute le sort de notre région pendant les périodes glaciaires. Ainsi, pourrait s'expliquer la formation de nos larges vallées, la pénupléisation de la région, après divers soulèvements, la disparition de toute trace de vie après le Jurassique, l'absence à peu près totale de sédiments déposés depuis cette époque.

Le tertiaire a cependant laissé des traces infimes sous la forme d'un quartzite extraordinairement dur et lourd, resté sur place, alors que tout le reste était déblayé. Ce sont les quartzites de Stonne que l'on retrouve dans le nord du département.

Le Professeur Lucius en a repéré de nombreux restes, dans le sud du Grand-Duché de Luxembourg.

J'ai retrouvé des sables très fins, d'apparence tertiaire, dans les fissures et certaines excavations des carrières de la vallée de la Meuse. Enfin des galets et sables siliceux répandus un peu partout à toutes altitudes, forment aussi une basse terrasse aux environs de Verdun. Quelques rares mor-

ceaux de grès des Vosges, à peine roulés et plus ou moins décolorés, sont bien faits pour nous inciter à leur donner une origine non exclusivement mosellane.

Les grouines, restes glaciaires des plateaux, en coulées nombreuses dans la vallée de la Meuse, avec pente vers l'Est sur les deux rives, semblent montrer qu'elles ont été entraînées par de violents courants d'eau provenant de failles Ouest de la région. Si on en juge par leurs effets, ces courants d'eau devaient être importants. Les effondrements Ouest du plateau de Malzéville, de surface si faible, avec leurs grouines emballant des blocs calcaires de plus d'1 m³ en sont la preuve.

*
**

En conclusion, les failles nous permettent de jeter un regard dans notre sous-sol encore à peine égratigné par nos sondages. Elles semblent nous prouver que ces mouvements de faille sont étroitement liés à la pyrogénéation de restes organiques en profondeur, suivant l'échelle que nous avons tracée dans une précédente étude. Ces gaz, le plus souvent hydrocarbonés montrent qu'il s'agit bien de restes organiques végétaux transformés en charbon.

Les failles jouent un rôle structural essentiel, sur la surface du sol et dans les mers, par les énormes quantités d'eau et d'autres matières qu'elles peuvent émettre en un temps très court. C'est grâce aux failles que reviennent en surface des substances lourdes (minerais de fer, matériaux de filons les injectant) si précieuses pour nous. Les failles, dont le rôle n'a pu être qu'à peine effleuré, dans cette étude, méritent donc une plus grande attention. Elles apporteront certainement, dans l'avenir, des renseignements très précieux sur ce qui se passe sous nos pieds.

UN NOUVEAU CAS D'OBSERVATION DE RADIESTHÉSIE APPLIQUÉE A LA GÉOLOGIE*

PAR

Pierre L. MAUBEUGE

Ici même, j'ai déjà rapporté une expérience de radiesthésie appliquée à des prospections géologiques, répondant à toute la rigueur désirable pour une observation de caractère scientifique. On a vu les échecs lamentables du radiesthésiste qui avait demandé lui-même à être examiné.

Il est excessivement rare que ces sourciers et radiesthésistes acceptent de se prêter à des expériences rigoureuses ; dans le nouveau cas que je rapporte ici, c'est indirectement, en provoquant une enquête que deux radiesthésistes ont permis de vérifier leurs résultats, ce qui revient bien à une expérience provoquée quant au but final.

Il y a quelques années, les Autorités d'un département de l'Est de la France transmettaient au Service compétent du Ministère de la Production Industrielle une demande d'examen de découvertes minières réalisées par deux praticiens radiesthésistes professant dans l'Est de la France (1).

Désigné pour étudier l'affaire, j'avais, vu la localité, l'idée préconçue, qui devait s'avérer exacte, que les minerais décelés étaient simplement des coulées éruptives.

Au mépris des règles élémentaires d'associations minérales, le gisement annoncé, de teneur considérable, révélait, selon les inventeurs, une complexité assez étonnante. Un des minerais principaux annoncés était l'étain.

Les praticiens du pendule avaient réussi à intéresser le Maire de la Commune à leur découverte et à lui faire pro-

* Note présentée à la séance du 17 février 1955.

(1) Les lieux, bien que non cités sont identifiables immédiatement pour une personne quelque peu au courant de la géologie lorraine.

céder à des débuts de fouilles assez onéreux pour la petite localité en cause; devant l'ampleur des travaux encore nécessaires, ce magistrat municipal demandait bravement le concours des Autorités administratives supérieures pour mettre en valeur la « découverte ».

Dès mon arrivée sur les lieux, il me fut impossible de tirer aucun renseignement des inventeurs du gisement quant à leur mode de prospection, raisons de recherches, idées directrices, etc...; le secret industriel présidait à leur travaux. Il fut toutefois convenu que seul le pendule avait guidé leurs recherches. Voulant des précisions sur les teneurs annoncées, je demandai les sources; il me fut refusé de divulguer l'identité du laboratoire ayant procédé aux analyses. J'étais très perplexe quant au fait qu'un laboratoire de chimie même d'amateur, ait pu aboutir aux résultats annoncés; mais par recoupement je pus établir qu'il s'agissait d'un « laboratoire radiesthésique »... (2).

Arrivé à l'endroit des fouilles, comme je le supposais, des déblais de roche éruptive (labradorite andésitique) étaient mis à jour avec des tuffs et marnolites métamorphisées. Voulant savoir où était le minerai, ces déblais me furent désignés; la roche éruptive elle-même était un minerai pauvre, la partie riche du « filon » était la zone altérée et les tufs!

Exigeant des précisions supplémentaires, pour étayer un rapport, je me heurtai à un nouveau silence prudent (protection de la découverte, raisons particulières, non précisées, de ne pas répondre, etc...).

Mon scepticisme exprimé, les prospecteurs m'expliquèrent qu'ils allaient réaliser une société pour exploiter leur découverte et d'autres, dont celle de gisements d'hydrocarbures extraordinairement importants. (Depuis il s'est constitué effectivement sur ces données une société de recherches de pétrole dans l'Est de la France ayant — comme la loi lui en donnait le droit — déclaré officiellement entrer en concurrence avec les sociétés prospectant sérieusement, actuelle-

(2) Dans un autre cas, une « analyse », par un « laboratoire » de même type, portant sur de l'amiante, trouvait à peu près tous les corps possibles, radioactifs compris, sauf ce qui est aussi admirable que significatif, ...de la silice et des silicates!

ment, la même région. Depuis, il n'est plus question, d'ailleurs de cette société d'opérette.)

L'inévitable satellite de ce genre de découverte, celle de courants d'eau, me fut évoquée au sommet même de la colline visitée; et un plan me fut présenté avec d'extraordinaires courants souterrains ramifiés, cheminant (dans une série essentiellement marneuse!) avec les débits locaux indiqués; la même commune, paraît-il, allait capter cette eau, dont elle avait grand besoin, en attendant de voir extraire le précieux minerai. Il est probable que si ce projet a été présenté au Génie Rural, pour examen technique, il a été rejeté automatiquement vu son caractère funambulesque.

Là ne s'arrête pas cette affaire. Assez dépités, pressés paraît-il, les deux prospecteurs regagnèrent leur laboratoire pour s'y livrer à leurs doctes recherches incomprises.

Quelle ne fut pas ma véritable stupeur de voir, il y a quelques mois, lors de l'« enquête » d'un hebdomadaire avide de sensations, lancé sur le sujet en or du problème des guérisseurs, consacrer un article à mes prospecteurs. Les photographies fournies et les précisions nominales et de lieux, ne laissaient aucun doute. Philanthropes et géniaux guérisseurs, s'appuyant d'ailleurs sur un laboratoire (...radiesthésique), mes anciens prospecteurs étaient présentés par l'article comme quelques-uns des « bâtards d'Esculape » honte de la « médecine officielle », impuissante, il va de soi.

Pour moi, une première constatation s'imposait : les découvertes minières et pétrolières n'avaient pas dû apporter la richesse aux deux radiesthésistes en question ; ou alors une illumination philanthropique était venue les visiter et leur dicter leur voie.

Une seconde constatation s'imposait avec force à mon esprit : incapables de procéder à des prospections géologiques avec un pourcentage de réussites même faible, les deux pendulissants étaient-ils devenus des praticiens émérites de la médecine? Incapable d'en juger, de par mon métier, et faute d'observations précises, je me permets d'en douter fortement a priori. Et je ne puis m'empêcher de frémir en pensant aux victimes des errements médicaux de tels amateurs. Si en matière de recherches minières il n'y a que des capitaux enga-

gés, parfois, sur des divagations, les personnes morales ou physiques en cause n'ont plus qu'à faire leur auto-critique au moment du bilan financier. Il en va tout autrement quand il s'agit de vies humaines, où de telles interventions sont parfois homicides quant à leur résultat final.

Quelques observations sont intéressantes, je crois, quant à l'ingérence des sourciers et pendulissants dans les recherches de substances utiles et, plus généralement, d'eaux potables ou industrielles.

Il est inquiétant, pour tout citoyen, qui est finalement un contribuable (malgré une certaine protection légale: les recherches hydrologiques des collectivités non conseillées par un géologue officiel, ne sont pas subventionnées; ceci *n'empêche donc pas* des collectivités d'engager leurs propres finances si celles-ci sont suffisantes!), de voir des municipalités, hélas très nombreuses, risquer parfois à plusieurs reprises, les fonds publics dans des recherches d'eau d'un caractère techniquement stupide. Ce n'est qu'après plusieurs échecs, parfois, que le scepticisme s'établit chez les victimes.

Si, dans le cas présent, il est consolant de voir qu'un citoyen pensant avoir fait une découverte minière trouve audience près des Services Publics, le manque de réserve de certains de ceux-ci vis-à-vis de tout ce qui est radiesthésique, est toutefois pour le moins étonnant.

Je terminerai en montrant où peut mener, mais c'est un cas extrême, la crédulité, sur des problèmes techniques, de personnes nanties de fonctions officielles, dépourvues de la défiance de rigueur devant les affirmations des sourciers. On m'a exposé, de bonne source, que, pendant l'effort de guerre du régime nazi, un universitaire allemand, édifié quant aux divagations d'un radiesthésiste avait refusé de prendre en considération ses « découvertes » et d'y donner un avis favorable. Dépité, ce « prospecteur » alla confier le résultat de ses investigations à des autorités politiques du régime; comme le technicien rebelle à ses illusions était pour le moins suspect de tiédeur politique, il se vit inculper de sabotage de l'effort de guerre; certes, il arriva à se disculper, mais avec des difficultés considérables et seulement avec le concours d'autres techniciens mieux en cour.

Par ses incidences économiques (gaspillage de fonds autrement employés plus utilement pour des résultats recherchés), sociales, judiciaires et même morales, la campagne permanente que font inconsciemment les journaux en insérant les relations fantaisistes de leurs correspondants toujours prêts à admirer les prouesses des pendulaisants locaux ou nationaux, est un véritable danger. Les hommes de science devraient systématiquement relever dans leur spécialisation, les cas typiques d'errements de pendulaisants et baguettisants, pour combattre ce que le regretté L. CUÉNOT appelait les « fausses-sciences ». Les haussemments d'épaules blasés sont sans effet social devant le problème d'éducation et de mise en garde du public, auquel chacun de nous ne devrait pas se dérober.

REMARQUE SUR LE MÉCANISME HORMONAL DE LA MUE CHEZ LES CRUSTACÉS DÉCAPODES*

PAR

A. VEILLET, M.-L. BALESSENT-MARQUET, R. LENEL
et G. VERNET-CORNUBERT

Au cours de ces dernières années, de nombreux expérimentateurs ont démontré l'existence d'un contrôle hormonal de la mue chez les Crustacés Décapodes. Des cellules neuro-sécrétrices situées principalement dans le pédoncule oculaire et l'organe Y du céphalothorax jouent un rôle important, mais on ignore actuellement quelles sont les hormones sécrétées et leur mode d'action.

CARLISLE (1) a toutefois montré que dans le pédoncule oculaire est sécrété un facteur qui accélère la mue et est actif par voie orale. Ses expériences lui permettent d'expliquer en particulier les faits suivants : il constate une épidémie de mues chez les populations trop denses de *Palaeomon* et *W. Schaffer* fait la même observation chez plusieurs espèces de Crabes. CARLISLE suppose alors que lorsque ces Crustacés manquent de place, la mortalité augmente et que les animaux mangent les mourants ou les morts ; ils dévorent de nombreux pédoncules oculaires et absorbent en grande quantité le facteur accélérateur de la mue.

L'objet de cette communication est de montrer que les épidémies de mues des animaux qui vivent à l'état confiné ne sont pas uniquement le résultat de l'ingestion de pédoncules oculaires. Elles peuvent résulter aussi du passage dans l'eau d'un facteur émis par les Crustacés au moment de la mue. Nous avons conservé à plusieurs reprises pendant 4 an-

* Note présentée à la séance du 10 mars 1955.

(1) *Pubbl. Stas. Zool. Napoli*, 1953, 24, p. 279, 292.

nées des Crabes en élevage durant des périodes dépassant 6 mois. L'installation d'élevage était la suivante: chaque animal était isolé dans une boîte et les boîtes étaient disposées en ligne d'une dizaine, l'eau entrant à l'extrémité de la série et traversant chaque boîte l'une après l'autre avant d'être rejetée. Les animaux étaient nourris abondamment chaque jour. Dans ces conditions, nous avons constaté chez les trois espèces suivantes: *Eriocheir sinensis*, *Carcinus maenas* et *Pachygrapsus marmoratus*, que quand un Crabe avait mué, le Crabe ou les Crabes situés en aval avaient beaucoup plus de chance de muer que les Crabes situés en amont. Ainsi, un facteur qui déclenche la mue serait émis dans l'eau par le Crabe au moment de l'exuviation. Rien ne prouve à priori que ce facteur provienne des pédoncules oculaires ou de l'organe Y.

Ces observations permettent d'expliquer les faits observés par CARLISLE: les animaux élevés ensemble dans un milieu confiné voient leur rythme de mue accru par la présence dans l'eau du facteur accélérateur. De plus, CARLISLE a observé sans l'expliquer que des groupes identiques d'animaux ont un rythme de mue plus lent dans un grand bac que dans un petit; l'explication est claire: le taux du facteur accélérateur est naturellement plus faible dans le grand bac que dans le petit et il doit être inférieur au seuil nécessaire pour déclencher la mue.

(Institut de Biologie de Nancy.)

**TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS
DU TOME XIII, 1954**

- BARRY (J.). — A propos de la notion de « Voie neurosécrétoire », pp. 49-58.
- BARRY (J.). — De l'existence de voies neurosécrétoires hypothalamo-téleocéphaliques chez la Chauve-Souris (*Phinolophus ferrum equinum*) en état d'hibernation, pp. 126-136.
- BELLARD (A.). — 'Spartier ou Sarothamne?, pp. 90-91.
- DA LAGE (Ch.). — Présence de substance gomori-positive au niveau du système nerveux végétatif périphérique extra et intraviscéral chez quelques Téléostéens, pp. 59-73.
- FRANQUET (R.). — Sur la présence de deux champignons rares dans le Val de Passey, pp. 5-7.
- LAUGIER (R.). — Etude des facteurs déterminant la virulence de *Quaternaria persoonii* Tulasne, pp. 119-125.
- LE GOFF. — Le spectromètre de masse et ses applications, pp. 93-118.
- LOUIS (M.). — L'utilisation de l'oxygène dans les opérations sidérurgiques, pp. 141-154.
- MANGENOT (Fr.). — Nouvelles récoltes de *Lophium elatum* Grev. dans l'Est de la France, pp. 83-89.
- MAUBEUGE (P. L.). — Notes phytopaléontologiques: Sur l'Algacites Mougeoti Fliche, du Trias lorrain, pp. 1-5.
- MAUBEUGE (P. L.). — A propos du jurassique moyen lorrain: Une défense de la paléontologie stratigraphique, pp. 27-48.
- MOREAUX (R.). — L'imitation, base de la collaboration chez les insectes sociaux, pp. 155-160.
- VENET (J.). — Un matériau moderne: Le Bois, pp. 74-82.
- WERNER (R.G.). — La gonidie marocaine du *Xanthoria parietina* (L.) Beltr., pp. 8-26.
-

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES
DE
NANCY

(Fondée en 1828)

SIÈGE SOCIAL :

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

SOMMAIRE

A. VEILLET : Remarque sur l'influence de la sacculine sur les organes endocrines des crabes	73
J. BARRY : Le microscope électronique et ses conditions d'application à l'étude cytologique.	75
Pierre L. MAUBEUGE : Un profil géologique dans le lias inférieur messin ..	99
R. G. WERNER : Etude de la migration de quelques lichens	104

**REMARQUE SUR L'INFLUENCE DE LA SACCULINE
SUR LES ORGANES ENDOCRINES DES CRABES***

PAR

A. VEILLET

Les recherches effectuées ces dix dernières années ont montré le rôle des cellules neuro-sécrétrices chez les Crustacés. Chez les Décapodes Brachyours, ces cellules sont localisées surtout dans les pédoncules oculaires et les ganglions thoraciques. L'ablation des pédoncules oculaires et de l'organe X, amas principal des cellules neuro-sécrétrices du pédoncule oculaire, est suivie d'un arrêt de la féminisation des femelles juvéniles ou d'un retour des femelles adultes à un stade plus jeune, et de l'arrêt de la féminisation des mâles

* Note présentée à la séance du 21 avril 1955.

parasités par la Sacculine. Or, on sait que la Sacculine interne féminise les mâles et supprime les caractères sexuels temporaires des femelles ; elle ne supprime la mue que lorsqu'elle est externe. On peut se demander si ces modifications ne résultent pas de l'action directe de la Sacculine par l'intermédiaire de ses racines sur les organes neuro-sécréteurs ou sur la glande de mue de l'hôte. MATSUMOTO (1) avait déjà signalé que les racines des Sacculines externes pénètrent dans le ganglion thoracique. Or, la dissection d'une centaine de *Carcinus mænas* parasités par la Sacculine *Sacculina carcini* m'a donné les résultats suivants : quand la Sacculine est interne, c'est-à-dire quand elle ne supprime pas la mue et exerce une action féminisante, les racines du parasite ne pénètrent ni entre les cellules neuro-sécrétrices, ni dans le pédoncule oculaire, ni dans la glande de mue ; quand la Sacculine est externe et supprime la mue, les racines ne pénètrent que rarement dans le pédoncule oculaire, elles forment un fourreau autour du ganglion thoracique sans pénétrer entre les cellules neuro-sécrétrices et elles ne pénètrent qu'exceptionnellement dans la glande Y. On est donc en droit de conclure que la Sacculine n'agit sur les caractères sexuels et la mue de l'hôte que par une action indirecte, soit sur des organes sécréteurs, soit sur les organes réactifs. La Sacculine pourrait par exemple modifier le métabolisme de l'hôte et par le milieu intérieur troubler le fonctionnement des organes endocrines ou des organes réactifs.

- (1) MATSUMOTO (K.). — On the sacculinization of *Charybdis japonica* (A. Milne-Edwards). Biol. Journ. Okayama Univ., I, n° 1-2, pp. 84-89, 1952.
Neurosecretion in the thoracic ganglion of the crab *Eriocheir japonicus*. Biol. Bull., 1106, n° 1, pp. 60-68, 1954.
-

LE MICROSCOPE ELECTRONIQUE
ET SES CONDITIONS D'APPLICATION
A L'ETUDE CYTOLOGIQUE*

PAR

J. BARRY

INTRODUCTION

On sait que le pouvoir séparateur d'un instrument d'optique est donné par la relation

$$\text{P.S.} = \frac{1}{d}$$

où d est la plus petite distance pouvant exister entre deux points A et B perceptibles séparément (d est égal à environ 1/10 de mm pour l'œil).

Or, pour une radiation éclairante de longueur d'onde λ , la valeur de la distance d appréciable au microscope optique classique est donnée par la relation d'ABBE:

$$d = \frac{0,6 \lambda}{n \sin u}$$

(n indice de réfraction du milieu interposé entre l'objet examiné et la lentille frontale de l'objectif du microscope; u demi-angle d'ouverture de l'objectif).

En utilisant certains milieux très réfringents (par ex. le monobromure de naphthaline d'indice $n = 1,6$) et des objectifs à très courte distance focale, donc à très grand angle d'ouverture ($\sin u$ plus ou moins voisin du maximum théorique 1) la distance d peut être abaissée à:

* Note présentée à la séance du 21 avril 1955.

0,3 μ - 0,2 μ en lumière naturelle (1) (λ compris entre 0,8 et 0,4 μ , soit un grossissement utile Gu de 1.500 environ);

0,15 μ en lumière bleue-violette;

0,1 μ en lumière U.V. de λ voisin de 2.750 Å (emploi d'un microscope à lentilles de quartz et de plaques photographiques spéciales, soit un Gu de l'ordre de 2.000):

Enfin, peut-être, 0,05 μ (soit 500 Å) à l'aide d'une optique de fluorite et d'ondes U.V. de λ inférieure à 2.750 Å (à partir de $\lambda = 2.000$ Å les radiations U.V. sont absorbées par l'air) (2).

Dans le cadre de l'optique photonique il subsistait cependant la possibilité d'augmenter considérablement le P.S. en faisant appel à des radiations de λ très faibles c'est-à-dire aux rayons X ($\lambda = 0,1$ Å et au-dessous).

Le fait que les divers milieux matériels présentent un indice de réfraction pratiquement constant pour les R. X s'oppose cependant à la réalisation de microscopes à R. X basés sur les lois de la dioptrique, sans toutefois exclure celle de microscopes catoptriques. Bien que les premiers essais faits en ce sens il y a plusieurs années n'aient pas donné de résultats concluants, le problème a été repris récemment et ne paraît pas sans espoir de solution (3).

Quoi qu'il en soit de ce point, un progrès décisif a pu être réalisé dans la course aux P.S. élevés grâce à l'emploi de microscopes corpusculaires pourvus de lentilles électro- ou magnétostatiques utilisées pour la focalisation de particules électrisées de types divers (négatons, protons, ions).

LES BASES THÉORIQUES DE LA MICROSCOPIE CORPUSCULAIRE

D'une façon très schématique on peut considérer que les microscopes corpusculaires (et plus précisément les microscopes électroniques) reposent sur deux ordres de données.

(1) Nous rappellerons que le micron (μ) = 10^{-3} mm; le millimicron (m μ) = $10^{-3}\mu = 10^{-6}$ mm et l'angström (Å) = 10^{-1} m $\mu = 10^{-4}$ $\mu = 10^{-7}$ mm.

(2) Cf. sur ce point l'article de B. K. JOHNSON, « Microscopy in the région of wave length = 2000 Å to 1000 Å ». *J. R. micr. Soc.*, 1953, 73, 24.

(3) Cf. l'article de A. ENGSTRÖM, in *J. Embr. Exp. Morph.*, Oxford, 1953, 1/3, 307-311 et « Approaches to X-Ray Microscopy » de P. KIRKPATRICK et H. H. PATTEE jr., in *Advances in Biological and Medical Physics*; vol. III; J. H. Lawrence et C. A. Tobias éd. ; Academic Press; Inc., N. York, 1953.

1. Ce que G. DUPOUY propose d'appeler le « *Théorème de Busch* » et qui peut s'énoncer comme suit : « Tout champ électrique ou magnétique continu, invariable dans le temps, ayant la symétrie de révolution par rapport à un axe, exerce sur des faisceaux électroniques paraxiaux une véritable action focalisatrice et joue le rôle d'une lentille électronique capable de donner des images » (G. DUPOUY, « *Éléments d'optique électronique* », p. 98).

2. Les *théories de la mécanique ondulatoire* (L. DE BROGLIE) et, en particulier, l'équation fondamentale

$$\lambda = \frac{h}{m v}$$

équation selon laquelle une particule de masse m animée de la vitesse v peut être associée par le calcul à une « onde pilote » de longueur variable avec m et v et permettant de déterminer sa probabilité de présence à un instant et en un lieu donnés et, par voie de conséquence, ses trajectoires possibles dans un ou une série de milieux doués de propriétés vectorielles connues.

Bien que toute particule matérielle puisse être associée à une onde de type précédent, seules les particules électrisées présentent un intérêt « optique » du fait qu'elles peuvent voir leurs trajectoires modifiées par des champs électriques ou magnétiques (théorème de BUSCH) de la même façon que les rayons lumineux (ou plus exactement les faisceaux de photons) voient leurs trajectoires modifiées par les milieux réfringents ou réfléchissants.

Cependant les « ondes pilotes » associées à ces corpuscules, et c'est là l'intérêt « optique » de la formule

$$\lambda = \frac{h}{m v}$$

possèdent (point sur lequel le théorème de BUSCH ne nous renseigne pas) des longueurs très inférieures à celles des radiations utilisées en optique photonique, d'où un gain considérable sur les P.S. tels qu'ils sont donnés par la relation d'ABBE relative à l'aberration de diffraction.

Un calcul élémentaire montre en effet que l'onde associée à une particule de masse m et de charge e , subissant une chute de potentiel P , est donnée par l'équation (1)

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 e m P}}$$

ou, aux très grandes vitesses (2),

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 e m P + \frac{e^2}{c^2} P^2}}$$

(c vitesse de la lumière.)

Si on néglige la correction relativiste qui intervient pour les vitesses voisines de celles de la lumière (formule 2), c'est-à-dire si on reste dans les conditions de validité de la formule 1, on constate que l'onde associée à un électron négatif de masse $m = 0,9 \cdot 10^{-27}$ gr et de charge $e = -4,8 \cdot 10^{-10}$ u.e.s., possède une longueur λ (en angströms)

$$= \frac{12,25}{\sqrt{P}} .$$

Pour $P = 100$ volts on aura $\lambda = 1,225 \text{ \AA}$ et pour $P = 75 \text{ KV}$ ($1 \text{ KV} = 10^3$ volts) la longueur λ sera déjà 10^5 fois plus faible que celle de la lumière visible.

En résumé, le théorème de Busch indique la possibilité de réaliser de véritables microscopes utilisant des particules électrisées au lieu de rayons lumineux et la mécanique ondulatoire permet d'espérer de ces microscopes un P.S. incomparablement plus élevé que celui des microscopes classiques.

L'expérience a établi le bien-fondé de ces deux prévisions.

LES MICROSCOPES ÉLECTRONIQUES OU NÉGATONIQUES

Les microscopes électroniques peuvent comporter soit des lentilles électrostatiques (*microscopes électroniques électrostatiques*), soit des lentilles magnétostatiques (*microscopes*

électroniques magnétostatiques), soit, à la fois, des lentilles électrostatiques et des lentilles magnétostatiques (*microscopes électroniques mixtes*, par ex. le nouveau microscope Trüb-Täuber type KM4).

Nous décrirons succinctement le type primitif à deux lentilles et nous indiquerons ensuite quelques améliorations récentes apportées à ce type.

I. — *Les microscopes électroniques à deux lentilles*

Les électrons utilisés pour former les images des objets examinés sont généralement produits par une source spéciale. Celle-ci est soit une *cathode chaude* (filament de tungstène incandescent qui donne une émission thermo-ionique), soit une *cathode froide* (fonctionnant par décharge dans un gaz sous pression réduite, de façon semblable à un tube cathodique). Grâce à un dispositif spécial (anode d'accélération ou « canon à électrons ») les électrons sont ensuite accélérés sous des tensions comprises généralement entre 40 et 200 KV. Le faisceau électronique ainsi réalisé est ensuite concentré (et orienté) de façon à avoir une ouverture extrêmement faible, ceci afin d'obtenir un « éclairage » suffisant (étant donné les très forts grossissements obtenus) et de diminuer l'aberration de sphéricité.

Une première lentille « objectif » donne de l'objet examiné (généralement par transparence) une image intermédiaire qui peut être observée sur un écran escamotable. Cette image est reprise par une seconde lentille, dite de « projection », qui forme l'image définitive. Cette dernière est toujours réelle mais n'est pas visible directement, d'où la nécessité d'utiliser soit des écrans fluorescents (renfermant des microcristaux de sulfure de zinc, tungstate de cadmium, Willemite, etc...), soit des plaques photographiques spéciales. Les images obtenues sont composées uniquement de teintes par contraste du blanc au gris ou au noir d'où les expressions de « shadow microscopy » ou de « Schattenmikroskopie » utilisées parfois par les Anglais ou les Allemands (1).

(1) Le « micrographies électroniques en couleurs » réalisées récemment sont obtenues dans des conditions telles qu'elles ne constituent aucunement des exceptions à la règle précédente.

La mise au point s'effectue, selon les cas, soit en modifiant la distance de la préparation à la lentille objectif (cas du microscope électrostatique), soit en modifiant la distance focale de la lentille objectif à l'aide d'un rhéostat (cas du microscope magnétostatique). Elle est relativement facile, malgré l'importance du grossissement, car l'ouverture des faisceaux est faible, (10^{-3} radian environ) d'où, à grossissements égaux, une profondeur de champ 10^3 fois supérieure à celle des microscopes optiques. Il résulte de ce fait que les images des divers éléments de l'objet examiné sont superposées sur l'image ou le cliché définitifs et que, contrairement à ce qui a lieu en optique classique, il n'est pas possible d'obtenir de véritables « coupes optiques » de cet objet.

Etant donné la valeur des P.S., les photographies obtenues peuvent être agrandies de façon significative jusqu'à des grossissements de 2 à $3 \cdot 10^5$ et même plus.

II. — Améliorations récentes

Diverses améliorations ont été apportées depuis quelques années au type primitif à deux lentilles que nous venons de décrire.

1. *Lentille intermédiaire.* L'emploi d'une lentille intermédiaire entre la lentille objectif et la lentille de projection a été proposé par divers chercheurs (LE POOLE, 1948; MARTON; GRIVET et REGENSTREIF; HILLIER et ELLIS, etc...). Il permet, schématiquement, d'augmenter le grossissement en diminuant la hauteur de l'instrument (d'où réduction de l'influence des champs parasites et des vibrations); de varier le grandissement de façon continue, dans de larges limites, en faisant varier la distance focale de la lentille intermédiaire; de rendre le grossissement périphérique égal au grossissement central (suppression de la distorsion).

2. *Diaphragme de contraste amovible.* L'utilisation d'un diaphragme de contraste amovible entre la première et la deuxième lentille permet d'améliorer le contraste de l'image par élimination des faisceaux diffractés de premier ordre et de passer facilement de l'image électronique à l'image de diffraction.

3. *Correcteurs d'astigmatisme (stigmatiseurs)*. Ce sont des dispositifs ayant pour but de réduire l'astigmatisme d'ellipticité des objectifs.

III. — *Le pouvoir séparateur
des microscopes électroniques*

Les lentilles électroniques présentent un certain nombre d'aberrations, parmi lesquelles il y a surtout lieu de retenir celles de sphéricité (As) et de diffraction (Ad). Ces deux aberrations étant en quelque sorte antagonistes, le problème est de réaliser des systèmes pour lesquels l'aberration totale (At), fonction de As et Ad, se trouve passer par un minimum (Atm). Bien que la nécessité de n'utiliser que de très petits angles d'ouverture conduise à des valeurs de

$$\frac{1}{n \sin u}$$

beaucoup plus élevées (10^2 à 10^3 fois) qu'en optique photonique, le gain réalisé sur les très petites longueurs d'ondes associées permet d'obtenir en fin de compte des P.S. environ 200 fois supérieurs à ceux des meilleurs microscopes optiques.

Les meilleurs P.S. réalisés actuellement correspondent à des valeurs de d légèrement supérieures ou égales à 1μ (10 \AA) mais il semble possible de pouvoir les abaisser vers $0,5 \mu$, soit 5 \AA (les meilleures images obtenues dernièrement correspondraient déjà à une valeur de 7 \AA). D'une façon générale d'ailleurs les microscopes magnétostatiques permettent l'obtention d'un P.S. deux fois plus grand que celui des microscopes électrostatiques.

LES LIMITES DE L'OPTIQUE CORPUSCULAIRE

Le pouvoir séparateur *pratique* des microscopes électroniques est encore loin de leur P.S. *théorique*, mais, malgré les perfectionnements possibles, il ne semble pas pouvoir être amélioré de façon notable. Par contre l'utilisation d'ions de masse très supérieure à celle des électrons représente une

possibilité très intéressante d'augmenter fortement les P.S. Les premiers travaux effectués dans cette direction par KOCH et WALCHER (1936) et BOERSCH (1942) avaient permis à ce dernier auteur d'obtenir un P.S. de 50 $m\mu$, mais ce sont surtout les recherches de C. MAGNAN et P. CHANSON (depuis 1942) qui se sont révélées les plus efficaces et les seules sanctionnées par la réalisation pratique d'un microscope corpusculaire utilisant des ions H^+ de masse M égale à environ 1.840 fois celle des électrons. La source d'ions à électrons oscillantes est du type réalisé par H. HEIL en Allemagne et permet de débiter un courant de 1.200 μ ampère environ. Les lentilles, de type électrostatique (les seules pouvant focaliser valablement des corpuscules lourds) ont une distance focale de 4 mm environ et donnent un grossissement direct de 80.000, susceptible d'être repris par agrandissement photographique jusque vers 600.000.

Bien que cet appareil nécessite des préparations extrêmement minces, qui semblent difficilement réalisables pour l'instant en Biologie, il présente un très grand intérêt, son P.S. permettant de prévoir une multiplication de grossissement d'environ 10 et 20 respectivement, par rapport aux microscopes électroniques électrostatiques et magnétostatiques.

M. GAUZIT (1953) a transformé récemment un microscope électronique électrostatique en microscope ionique utilisant des ions Li , ceci en modifiant le « canon électronique » classique de BRÜCK.

Il apparaît donc actuellement comme possible d'atteindre dans le futur des grossissements de 10^6 environ et de révéler ainsi la structure des édifices moléculaires et atomiques.

Toutefois, en dehors des progrès *techniques* requis (augmentation de l'intensité du débit de la source d'ions, diminution du pourcentage des ions polyatomiques, amélioration de la sensibilité des écrans, de la sensibilité des plaques photographiques et de la finesse de leur grain, etc...) diverses difficultés d'ordre *théorique* semblent, sans qu'il soit possible d'en décider en toute certitude, s'opposer à la réalisation de cet espoir, les unes tenant à l'effet d'agitation thermique des molécules et des atomes et à leur structure dynamique (laquelle ne semble guère permettre que la prise de vues « glo-

bales » (4), comme celles par ex. que l'œil peut prendre d'un diapason en mouvement), les autres tenant à l'action mécanique des corpuscules « éclairants » sur les objets examinés (effets de « mise en mouvement » et de « rupture » avec ionisation).

LES CONDITIONS D'APPLICATION
DU MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE
A L'ÉTUDE CYTOLOGIQUE

Pour des raisons de commodité (notamment la moindre difficulté d'obtention d'objets de petites dimensions) le microscope électronique a été quelque peu « accaparé » à ses débuts par les recherches bactériologiques et l'étude des virus. Il devient toutefois progressivement évident que la Cytologie représente l'un de ses domaines d'application majeur et que nous sommes en droit d'en attendre de très importants progrès de nos connaissances. Diverses difficultés semblent cependant s'opposer dès l'abord à l'application de la microscopie électronique à l'étude de la cellule. Toutes ces difficultés gravitent, directement ou non, autour du problème des artefacts qui prend ici une ampleur particulière du fait de l'importance des grossissements obtenus. Ces artefacts tiennent aux bouleversements que nos techniques apportent, à des degrés divers, à la structure fine des objets biologiques, qu'il s'agisse d'artefacts liés soit à la technique proprement dite (c'est-à-dire aux temps de fixation, de déshydratation, d'inclusion et de coupe), soit aux conditions très particulières des examens en microscopie électronique (nécessité de préparations ultra-minces observées dans le vide et soumises à une élévation thermique due aux collisions inélastiques des électrons avec les atomes entrant dans la constitution des structures examinées).

Une des limitations les plus graves résulte de la nécessité pratique d'examiner des objets parfaitement déshydratés. Il n'est sans doute pas exclu que certains perfectionnements techniques permettent un jour l'étude de spécimens non dés-

(4) C'est le cas par ex. des microphotographies présentées par E. MÜLLER en 1950 au 1^{er} congrès international de Microscopie Electronique (in C. R., p. 499-504).

hydratés, mais V.-E. GOSSLETT estimait en 1950 qu'il faudrait au moins une dizaine d'années avant d'y parvenir. Dans cette éventualité il ne semble d'ailleurs pas que les P.S. pourraient être plus de 4 à 5 fois supérieurs à celui du microscope optique.

Quant à l'examen de spécimens « vivants » il est, sinon rigoureusement impossible, du moins chimérique, car trois difficultés majeures s'y opposent :

1. La nécessité d'objets très *minces* (une préparation biologique d'environ 1μ d'épaisseur ne serait pénétrée de façon suffisante pour une différenciation adéquate que sous une tension de 10^3 KV environ).

2. *L'élévation thermique* résultant des collisions inélastiques des électrons avec les atomes de l'objet étudié (grâce à divers artifices il semble possible de l'abaisser au-dessous de 100° , plus difficilement au-dessous de 50° . VON ARDENNE par ex. a pu, en 1948, examiner des cristaux de sulfure ne subissant pas de fusion, donc portés à moins de 115° , ceci grâce à un refroidissement par convection produit par un courant d'hydrogène à basse pression).

3. Les phénomènes d'*ionisation* par impacts électroniques. Ces derniers processus semblent devoir être léthaux pour toute structure biologique qui serait soumise au flux électronique pendant une durée suffisante pour la prise de microphotographies et dans des conditions techniques permettant d'obtenir une résolution supérieure à celle du microscope optique.

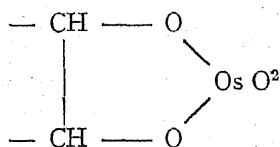
Ces données élémentaires étant précisées nous examinerons maintenant, de façon schématique, les deux problèmes essentiels de la fixation-déshydratation et de la confection de préparations ultra-minces.

I. — *Le problème de la fixation et de la déshydratation*

Ce problème revêt une importance fondamentale en cytologie électronique car aucune étude infra-microscopique de la morphologie cellulaire ne peut être entreprise avant que les artefacts dus à la fixation ou à la déshydratation soient

réduits au strict minimum. En ce qui concerne le problème de la fixation les recherches se sont orientées, après de nombreux essais et tâtonnements, vers l'emploi de solutions à base de tétr oxyde d'osmium, substance dont les histologistes connaissaient depuis longtemps les excellentes qualités de fixateur. Pratiquement deux types de solutions osmiques sont utilisées de façon courante: la solution aqueuse à 1 % tamponnée à pH 7,3-7,2 par l'acétate de véronal (PALADE, 1952) et la solution de Sjöstrand qui renferme en plus un peu de NaCl. Les durées de fixation et le titre des solutions en OsO_4 varient selon les auteurs et selon les objets étudiés. Bien que les résultats obtenus ne soient pas parfaits et que le mode d'action de l'acide osmique (comme fixateur et comme mordant) soit mal connu, il est possible d'obtenir ainsi de bonnes préparations, observables à haute résolution et de conserver de façon satisfaisante des structures aussi délicates que celles des chondriosomes et des gaines myéliniques.

CRIGEE (1936) et CRIGEE, MARCHAND et WANNOWIUS (1942) ont montré que le tétr oxyde d'Os est susceptible de se combiner activement aux doubles liaisons éthyléniques en formant des cycles pentagonaux. PORTER et KALLMAN (1953) pensent que cette affinité doit conduire, en présence de lipides, à la formation d'esters osmiques instables



se décomposant ensuite avec dépôt d'oxydes ou hydroxydes d'Os.

COOK et SCHOENTHAL (1948) et BADGER (1949) ont enfin montré que le tétr oxyde d'Os réagit sélectivement avec certaines doubles liaisons d'hydrocarbures aromatiques. PORTER et KALLMAN (1953) se basant sur la configuration tétraédrique d'Os O_4 émettent l'hypothèse que cette réactivité sélective pourrait conduire à la formation de structures rappelant celles de polymères, d'où une gélification initiale suivie secondairement d'une oxydation plus poussée et de l'appari-

tion de produits solubles pouvant quitter la cellule après fixation prolongée, ainsi que BERG (1927) l'avait déjà supposé.

La déshydratation des pièces s'effectue de façon courante par l'alcool absolu, comme en histologie classique. Il semble intéressant d'utiliser à cet effet le petit appareil à déshydratation continue réalisé récemment par W. BERNHARD à l'Institut G. Roussy (Villejuif). La technique de congélation-dessiccation (freezing-drying) d'ALTMANN et GERSCH a été appliquée par divers auteurs à la cytologie électronique (WYCKOFF, 1946; ANDERSON, 1950, 1951; BRETSCHNEIDER et ELVERS, 1952; BELL, 1953; POLICARD et BESSIS, 1953; WILLIAMS, 1953, etc...). Cette technique ne paraît pas avoir donné, pour l'instant, de résultats comparables à ceux obtenus après fixation osmique et déshydratation par l'alcool, même en tenant compte de certaines améliorations comme celles apportée par la déshydratation au point critique (ANDERSON, 1950, 1951) ou l'emploi de microsuspensions (WILLIAMS, 1953). Théoriquement cependant il n'est pas exclu qu'une congélation « vitreuse », suivie de sublimation dans le vide sans décongélation, soit susceptible de fournir des résultats satisfaisants mais les techniques sont encore trop grossières et insuffisamment au point.

II. — *Le problème de l'obtention de préparations ultra-minces*

L'étude de la pénétration des objets par les faisceaux électroniques montre qu'une préparation d'un micron d'épaisseur n'est pénétrée de façon suffisante que sous une tension de 10^8 KV. Les tensions usuelles (se situant autour de 60 KV environ) nécessitent des préparations dont l'épaisseur doit être, au plus, d'une fraction de micron (0,2 à 0,1 μ pour 50 KV), et, de préférence, très inférieure (0,02 μ soit 20 $m\mu$ pour l'examen à haute résolution). Il est donc nécessaire de réaliser des préparations extrêmement minces, soit en utilisant divers artifices (étalements, isollements de constituants cellulaires, empreintes), soit, surtout, par ultramicrotomie.

A. *Les étalements.* La technique des étalements est surtout valable pour certaines cellules présentes dans les milieux

intérieurs, notamment le sang, ou en culture de tissus (PORTER, CLAUDE, FULLAM, 1945; CLAUDE, PORTER, PICKELS, 1947; BESSIS et BURSTEIN, 1948; BESSIS et BRICKA, 1948-1949; BERNHARD, BRAUNSTEINER, FEBVRE, HAREL, 1950. etc...). Bien que son domaine d'utilisation soit assez limité, elle nous paraît susceptible de fournir des renseignements intéressants, notamment en ce qui concerne l'ultrastructure du hyaloplasma. A cette technique se rattachent celle de « montage » de cellules isolées (COSSLETT, 1948) et celle de prélèvement de tissus embryonnaires décrite par GREEN (1950) chez les Oiseaux.

B. *Les empreintes*. Les techniques d'empreinte ont pour but de tourner la difficulté d'obtenir, dans certains cas (notamment pour les objets durs) des coupes suffisamment minces et de permettre l'étude des surfaces ou des profils d'objets donnés. Les premiers essais réalisés par MAHL (1940) et MAHL, KOCH et LEHMANN ont été faits sur des surfaces métalliques. Deux modalités inverses sont utilisées :

a) *Empreintes négatives*. Leur principe général consiste à obtenir un moulage en creux (négatif) de l'objet étudié, ceci en l'immergeant dans une solution de matière plastique (formvar, collodion, parlodion, polystyrène, etc...) et en le soumettant ensuite à la dessiccation. La séparation de l'objet et de son moulage peut se faire par digestion peptique de l'objet (REED et RUDALL, 1948), par hémolyse dans le cas des globules rouges (BESSIS et BRICKA, 1950), par coulage sur l'empreinte plastique d'une couche épaisse d'un produit dont le solvant n'agit pas sur l'empreinte ou par d'autres procédés comme celui de WILLIAMS et WYCKOFF (1946) qui permet l'ombrage préalable (preshadowing) de l'objet étudié, ou celui de BRICKA et TABUIS qui comporte un premier ombrage métallique (Al, Zr, Mg) et un second ombrage à l'or suivi de la prise d'une empreinte plastique, la séparation de celle-ci et de l'objet s'effectuant par attaque de la couche d'Al par HF dilué ou HCl. Lorsque les objets présentent des aspérités importantes, la première métallisation s'effectue de façon complète en utilisant la technique d'ombrage tournant de HEINMETZ (1949).

b) *Empreintes positives*. Les empreintes positives ou doubles empreintes comportent une première empreinte plastique (méthacrylate de butyle dans la technique de BROWN et JONES, 1947; celluloïd dans celle de KELLENBERGER, 1948) dont l'empreinte est prise à son tour, généralement par pulvérisation de silice. La dissolution de la première empreinte permet la séparation de la seconde qui reproduit la surface de l'objet étudié. Les empreintes positives ne présentent d'ailleurs qu'un intérêt restreint car elles sont plus complexes que les empreintes négatives et ne conservent évidemment pas aussi bien les détails.

C. — *L'isolement de constituants cellulaires*

L'isolement de constituants cellulaires de dimensions suffisamment faibles peut se faire soit par microdissection, soit par ultracentrifugation différentielle.

a) *Microdissection*. Elle a été employée par divers auteurs mais paraît d'un emploi assez limité. (GUYÉNOT et ZALOKAR, 1947; SCHULTZ, MAC DUFFEE, 1949; SANFORD, PALAY, CLAUDE, 1949; CALLAN, etc... Voir sur ce point l'article de R. BOVEY in *J. R. micr. Soc.*; 1952; 72/1; 56-53.)

b) *Ultracentrifugation différentielle*. Introduite en cytologie par LYON (1907) et utilisée et perfectionnée par de nombreux chercheurs (MORGAN, CONKLIN, HEILBRUNN, RAVEN, BRETSCHNEIDER, SVEDBERG, BEAMS, HARVEY, BRACHET, HOERR, CLAUDE, etc...) cette technique est susceptible de certaines applications en microscopie électronique. Elle s'effectue à partir de suspensions réalisées dans divers milieux: solutions de saccharose refroidi (HOGEBOM, SCHNEIDER, PALADE, 1948), de saccharose et acide osmique à 1 % (GLIMSTEDT et LAGERSTEDT, 1953), de solutions salines diverses, etc... et comporte toute une série de lavages et de purifications. Les produits mis en suspension et centrifugés sont généralement des broyats ou homogénats réalisés par divers moyens: mécaniques (mélangeurs, mixers, « moulins » de types divers: WARING BLENDOR, LOGEMAN MILL), physiques (emploi d'ultrasons: YASUZUMI, 1950; ROBINSON et BISHOP, 1950), chimiques ou enzymatiques. Cette

technique présente certaines indications mais entraîne des altérations encore mal étudiées (soit lors de la préparation des broyats ou homogénats, soit par action des milieux de suspension utilisés). Elle rend parfois difficile l'identification des objets isolés (le problème s'est posé en particulier à propos de certaines structures nucléaires) et il n'est pas exclu qu'elle puisse, dans certains cas, donner lieu à des associations ou des aspects artificiels (microsomes?).

c) *Les techniques d'ultramicrotomie.* Ce sont les techniques d'ultramicrotomie qui ont, depuis le début, conditionné le développement des études de microscopie électronique dans le domaine de la cytologie et il n'est pas sans intérêt de noter que leur perfectionnement s'est effectué avant tout sous l'impulsion des besoins de la recherche théorique. Etant donné l'importance de ces techniques nous leur consacrerons un paragraphe spécial.

III. — *Le développement des techniques de coupes ultrafines*

L'importance des coupes ultrafines pour l'étude du matériel biologique au microscope électronique avait déjà été signalée par VON ARDENNE (1939) et cet auteur avait mis au point une technique (reprise par RICHARDS, ANDERSON et HANCE, 1942) permettant de réaliser de fines coupes cunéiformes de moins de un micron. Cette technique n'a actuellement qu'un intérêt historique car seul un faible pourcentage de coupes peut être utilisé (10/0 à 10/00) ces dernières ne pouvant d'ailleurs être examinées que dans des zones très limitées adjacentes à leur angle aigu.

Le fait que l'épaisseur des coupes varie grossièrement, en raison inverse de la vitesse de coupe (intervention de phénomènes d'inertie) conduisit alors O'BRIEN et MAC KINLEY (1943) à réaliser le premier type de microtome ultrarapide (« high speed » microtome) permettant théoriquement d'obtenir des coupes de $0,1 \mu$ (couteau tournant entre $12,5 \cdot 10^3$ et $22,5 \cdot 10^3$ tours/minute soit une vitesse tangentielle de 140 à 260 pieds/seconde, le couteau étant en contact avec le bloc pendant 10^{-4} seconde environ).

FULLAM et GESSLER (1945) construisirent ensuite deux types de microtomes ultrarapides permettant des coupes de 0,8 à 0,1 μ (dans le premier type, la vitesse de rotation était de 49.10^3 tours/minute et la vitesse tangentielle de 500 pieds/seconde; dans le deuxième type, elles étaient respectivement de 57.10^3 tours/minute et 1.100 pieds/seconde).

Avec ce deuxième type de microtome construit par l'Interchemical Corp., GESSLER, GREY, SCHUSTER et KELSCH (1948) parvinrent à obtenir des coupes de 0,1 μ . Un dispositif analogue fut également réalisé par LADD et BRAENDLE (1945). Toutefois, les recherches s'orientèrent bientôt dans d'autres directions, celle de la modification des systèmes d'avance micrométrique et celle de l'emploi de nouveaux milieux d'inclusion et de couteaux d'un type particulier.

A. *L'inclusion des pièces.* Divers milieux d'inclusion ont été successivement employés depuis la paraffine ou la paraffine celloïdine (PEASE et BAKER, 1948), la paraffine-cire de carnauba-cire d'abeilles (BRETSCHNEIDER), l'esterwax (BERNHARD, BRAUNSTEINER, etc...) et le cremolan (SCHWARZ), jusqu'aux résines synthétique type plexiglas (NEWMANN, BORYSKO et SVERDLOW, 1949) ou « agisil » (K. JOHN, 1953). L'inconvénient de certains milieux d'inclusion (paraffines, cires diverses) est que leur extraction consécutive par divers solvants entraîne des distorsions considérables dues aux forces de surface des solvants lorsqu'ils s'évaporent en coupes minces. A l'époque des « high speed » microtomes l'attention s'était donc portée vers des milieux d'inclusion susceptibles d'enlèvement par simple sublimation, par exemple le camphre d (fusible à 176° C) ou le mélange eutectique (fusible à 323° C), de camphre d (62,3 %) et de naphthalène (37,7 %). En fait le problème devait radicalement changer lors de l'introduction par NEWMANN, SVERDLOW et BORYSKO (1949) de la technique d'inclusion dans des plastiques méthacryliques. Ces substances sont en effet parfaitement adaptées à la confection des coupes ultrafines et il n'est pas nécessaire de procéder à leur enlèvement avant l'examen des préparations. La technique originale de NEWMANN et al. comporte l'inclusion dans du n-butylméthacrylate monomère

pur ou, pour les pièces denses et dures et afin d'obtenir des blocs plus consistants, additionné de 5 à 10 % de méthacrylate de méthyle. Quelques modifications de détail ont été apportées à cette technique par divers chercheurs, par ex. l'addition de catalyseurs de polymérisation comme le peroxyde de 2-4 dichlorobenzène ou de plastifiants comme le dibutyle de phtalate (PORTER et BLUM, 1953). La polymérisation se fait généralement à l'étuve à 40-50°, dans des capsules de gélatine qui sont ensuite dissoutes dans l'eau tiède (NEWMANN et al.); elle peut avoir lieu également à la lumière U.V. ou même à froid à l'aide de catalyseurs. Au cours de l'inclusion et du fait de la chaleur résultant de la polymérisation, il se produit malheureusement des rétractions qui affectent plus ou moins les structures inframicroscopiques de l'objet, sans parler de la production accidentelle de bulles parfois très gênantes.

B. *Les couteaux.* Divers types de couteaux ont été proposés, les uns en acier (il s'agit alors soit de rasoirs spéciaux comme ceux utilisés par RHOADES, 1949, et par SJÖSTRAND, 1952, soit de lames de rasoirs ordinaires (DANON et KELLENBERGER), les autres en verre (LATTA et HARTMANN, 1950), certains enfin en diamant (FERNANDEZ MORAN, 1953). L'intérêt des rasoirs en diamant ou en saphirs artificiels avait été déjà signalé par VON ARDENNE puis par LATTA et HARTMANN (1950) mais ils nécessitent des techniques de polissage très particulières,

Les couteaux en acier ont donné des résultats remarquables entre les mains de SJÖSTRAND (depuis 1952) mais leur affûtage est très long et délicat. Aussi bien la faveur des microscopistes s'est-elle, dans l'ensemble, reportée sur les couteaux de verre, épais de 5 à 10 mm environ et taillés en biseau dans des barres de verre de 4 à 5 cm de large. Ces couteaux présentent l'avantage d'une fabrication rapide et ils peuvent être changés fréquemment dès que leur tranchant n'est plus satisfaisant. La qualité du verre est très importante, notamment sa dureté, les verres mous donnant généralement moins de stries.

C. *La collection des coupes.* La collection de séries de cou-

pes ultrafines est une opération délicate mais qui a pu être rendue facile grâce à la technique de « flottaison » de PEASE et BAKER (1949) modifiée par GETTNER et HILLIER (1950). Dans la technique de PEASE et BAKER les coupes sont pincées hors du rasoir, piquées avec une aiguille et déposées sur une solution aqueuse de dioxane à 50 % où elles se déplissent. HILLIER et GETTNER ont simplifié considérablement cette technique en adaptant directement au couteau une petite cuve contenant un liquide approprié sur lequel les coupes s'étalent en formant de petits rubans. Divers types de cuves ont été proposées (DANON et KELLENBERGER, BISHOP, 1952; SjöSTRAND, etc...), mais il est très facile d'en réaliser avec des feuilles de bristol ou des plaques métalliques malléables découpées de façon convenable et fixées au couteau du microtome avec un adhésif ou de la paraffine chaude. Les grilles sur lesquelles les préparations sont examinées sont simplement enfoncées dans le liquide de flottaison (acétone à 10 % dans l'eau distillée; alcool-eau; eau-dioxane, etc...), glissées sous les coupes et retirées lentement en emportant celles-ci. Il est nécessaire pour obtenir de bons résultats d'ajuster soigneusement le ménisque liquide en procédant par tâtonnements soit à l'aide d'une pipette, soit à l'aide d'une vis de réglage (BISHOP, 1952).

D. *Les dispositifs d'avance ultramicroométrique.* Les dispositifs d'avance ultramicroométrique ont été progressivement perfectionnés soit en réduisant à l'aide d'un coin, d'un levier, etc... l'avance standard de microtomes classiques, soit en adaptant à de tels microtomes un dispositif d'avance thermique (dont le plus simple est le refroidissement du porte-objet dont on laisse ensuite la température revenir à la normale). Au cours des deux ou trois dernières années certains microtomes nouveaux ont été fabriqués industriellement (microtomes de DANON-KELLENBERGER, de PORTER et BLUM, de SjöSTRAND), sans parler de divers prototypes récents que nous signalerons simplement (prototypes de GETTNER, de FERNANDEZ-MORAN, de CLAUDE et les deux modèles de BERNHARD et GAUTIER actuellement en cours de mise au point chez Stiasnie).

Le premier type d'ultramicrotome à *avance mécanique* a été réalisé par PEASE et BAKER (1948) en réduisant au dixième, à l'aide d'un coin (« wedge » technique), l'avance standard d'un Spencer rotary microtome modèle 820. Ces auteurs ont pu ainsi obtenir des coupes de $0,2 \mu$ après double inclusion à la celloïdine-paraffine dure (fondant à 65°) et emploi de blocs à surface de section très réduite (1 mm^2). BRETSCHNEIDER (1949) modifiant un « Rocking microtome Cambridge » vieux modèle a pu réaliser des coupes de $0,6 \mu$ cependant que RHOADES (1949), améliorant le dispositif de PEASE et BAKER, parvenait à obtenir une avance de $0,1 \mu$ et utilisait pour ses coupes un rasoir spécial, évidé des deux côtés et à biseau long. Toutefois des variations de $0,1$ à $0,2 \mu$ sont introduites par divers processus tels que frictions statiques, vibrations d'origine externe, expansion thermique et variations du film de lubrification. Certaines de ces causes d'erreur ont été éliminées dans le dispositif d'HILLIER et GETTNER (1950).

Dans le but d'obtenir une régularité parfaite des mouvements relatifs du couteau et du porte-objet, COCKS et SCHWARTZ (1952) ont alors réalisé un microtome (fabriqué par l'American Instrument Comp.) utilisant la technique de déflexion d'un cantilever. Ces auteurs avaient envisagé d'adapter à ce microtome un dispositif d'avance ultramicro-métrique de $0,1 \mu$ environ, basé sur un cantilever différentiel actionné par une vis. La solution originale envisagée par COCKS et SCHWARTZ a cependant beaucoup perdu de son intérêt depuis les résultats obtenus avec les récents microtomes fabriqués industriellement d'après les prototypes de PORTER et BLUM et de SJÖSTRAND.

Dans une direction différente, NEWMANN, BORYSKO et SVERDLOV (1949) ont réalisé un porte-objet mobile par *avance thermique* et adaptable au Spencer Rotary microtome, le refroidissement du porte-objet s'effectuant à l'aide d'une détente de CO_2 . Un tel dispositif a été utilisé par LÉPINE et CROISSANT (1953). De son côté KLEINSCHMIDT (1953) a modifié un microtome à glissières, modèle Leitz et Jung H.E., en fixant un couteau de verre au porte-objet et le bloc sur la glissière du rasoir; l'avance est de type thermique ou mécanique selon les cas.

Ces diverses adaptations de microtomes classiques ont perdu beaucoup de leur intérêt depuis l'apparition de microtomes spéciaux :

1. *Le microtome de Danon et Kellenberger*, à avance mécanique, fabriqué par Trüb-Taüber et permettant des coupes de 1 à 0,05 μ (modèle primitif) ou de 1 à 0,01 μ (modèle amélioré, type DM 2).

2. *Les microtomes de Porter et Blum* (1953) l'un à avance thermique, l'autre à avance mécanique. Ce dernier type, fabriqué par I. Servall (New-York) permet d'obtenir régulièrement des coupes dont l'épaisseur peut être abaissée à 20 millimicrons (200 A).

3. *Le microtome de Sjöstrand et Gürtler* (1952) à avance thermique, fabriqué par L.K.B. Products (Stockholm) et permettant l'obtention de séries de coupes de 200 A avec une limite de performance de 7 millimicrons (70 A). On peut dire que *les microtomes de Porter et Blum et de Sjöstrand ont permis de résoudre de façon satisfaisante le problème des coupes ultrafines en cytologie électronique et ouvert ainsi aux chercheurs de nouvelles possibilités d'étude*. Signalons au passage le progrès remarquable qu'ils représentent puisqu'ils permettent, théoriquement, par exemple, de débiter un globule rouge en 4 ou 500 tranches...

La vérification de l'épaisseur des coupes obtenues peut s'effectuer par examen après ombrage ou par interférométrie (interférométrie directe avec l'interféromètre de FABRY et PÉROT par exemple ou indirecte par réflexion à l'aide d'un illuminateur vertical et d'un spectroscopie montés sur microscope binoculaire, selon la technique décrite par GIUNTINI et LEVADITI in *Ann. Inst. Pasteur*, 1953, 69; 17). Ces divers procédés perdront d'ailleurs beaucoup de leur intérêt le jour prochain où la régularité des mouvements d'avance ultramicroométrique permettra d'effectuer une lecture directe de cette épaisseur comme c'est le cas, par exemple, pour les coupes histologiques réalisées avec les microtomes classiques. Il est d'ailleurs possible d'apprécier empiriquement l'épaisseur des coupes lorsqu'elles sont en cours de flottaison ou plus

exactement, de déceler les coupes manifestement trop épaisses qui sont diversement colorées par interférences (rouges, vertes, bleues). Les coupes d'une minceur suffisante apparaissent par contre incolores ou gris argenté.

E. *Le problème des déplacements relatifs « bloc-couteau »*. Théoriquement le déplacement relatif des systèmes « porte-bloc » et « porte-couteau » intervient seul, que le porte-bloc (ou le porte-couteau) soit fixe ou mobile. Pratiquement le fait que les coupes sont recueillies par flottaison conduit à choisir le porte-bloc comme système mobile et le porte-couteau comme système fixe. La forme du déplacement relatif retenu est variable selon les microtomes: mouvement de translation simple; mouvement curviligne simple (cas du Cantilever microtome); mouvement semi-curviligne fermé avec deux portions rectilignes et intervention d'un excentrique (cas du microtome de PORTER et BLUM), enfin mouvement circulaire (cas du microtome de SJÖSTRAND). Il semble préférable que le porte-bloc se déplace en ligne droite, au moins lors du passage devant le couteau et il est nécessaire que son mouvement soit parfaitement reproductible, l'avance étant supposée réglée à zéro.

Le problème s'est posé de savoir si le bloc doit passer devant le couteau uniquement lorsque la coupe se fait (passe simple) ou également entre les coupes successives (passe double). L'avantage de la passe simple réside surtout dans le fait que chaque passage du bloc devant le rasoir se fait non seulement dans la même direction mais dans le même sens, ce qui évite et les accidents d'accrochage de la coupe précédente par le bloc lors de sa remontée et les risques de tassement du bloc contre le couteau. Bien que la passe unique soit évidemment *nécessaire* lorsque l'avance est continue (cas des dispositifs à avance thermique) elle est également *désirable* dans le cas de l'avance discontinue réalisée par les dispositifs mécaniques et c'est la raison pour laquelle elle est adoptée dans le microtome de PORTER-SERVALL, aussi bien que dans celui de SJÖSTRAND.

CONCLUSIONS

Nous voudrions en terminant ce bref exposé attirer l'attention sur un point particulier, à la vérité implicite et banal, mais trop souvent passé sous silence. Le « fait » essentiel en matière de microscopie électronique appliquée à l'étude cytologique est que nous sommes, depuis peu, en possession de techniques qui, bien qu'imparfaites, semblent d'ores et déjà prometteuses de résultats fructueux. Il serait cependant illusoire de penser que nous pourrions nous passer prochainement d'un approfondissement de nos connaissances théoriques à une extension de nos possibilités d'action pratique. En d'autres termes, la voie des progrès immédiats se limitera probablement, pour une durée imprécisable (plusieurs années sans doute) à un travail de recensement et d'inventaire, uniquement ou presque uniquement morphologique et sans conséquences pratiques réellement révolutionnaires. Il n'est certes pas exclu que nous parvenions concurremment à préciser davantage (avec un certain retard d'ailleurs) divers problèmes de physiologie cellulaire mais, à moins de retournements imprévisibles comme il s'en produit parfois dans l'histoire de développement des disciplines scientifiques, il semble que nous soyons encore loin de pouvoir réaliser la consilience essentielle (depuis longtemps pressentie et poursuivie cependant) entre les données ultimes de l'ultra-morphologie et celles de la stéréochimie dynamique des macromolécules.

Quoi qu'il en soit de ce point, trois perspectives principales semblent devoir s'ouvrir aujourd'hui devant la microscopie électronique appliquée à l'étude cytologique :

1. Certains problèmes « limites » d'histologie dont la solution ne devrait pas échapper longtemps aux études micro-électroniques effectuées avec des P.S. incomparablement supérieurs à ceux des microscopes classiques (c'est le cas par exemple des synapses en neurohistologie et du choix entre les théories neuronistes et continuistes).

2. La constitution d'une histologie et d'une cytologie « affînées » repensant les problèmes de structure de l'histologie

et de la cytologie classiques en fonction d'éléments d'un ordre de grandeur plus de cent fois plus faible. Il y a là évidemment tout un domaine immense où les recherches systématiques sont à peine ébauchées.

3. La constitution d'une « ultramorphologie » ou d'une « protoplasmotologie » « macromoléculaire » dont les éléments rejoindront, à la limite, l'ordre de grandeur des processus biochimique en même temps qu'ils permettront de préciser le niveau d'émergence des phénomènes spécifiquement vitaux, si peu connus encore dans le domaine des formes pré ou acellulaires de la vie.

BIBLIOGRAPHIE

I. — GÉNÉRALITÉS

- ARDENNE (Von). — Elektronenmikroskopie. Springer, éd. Berlin, 1940.
COSSLETT (V. E.). — Practical Electron Microscopy. Acad. Press. Inc.; N.-York et Butterworths Scient. Publ.; London, 1951 et 1954.
Comptes rendus. 1^{er} Congrès international de Microscopie électronique. Paris, 1950. Ed. Rev. Optique.
BROGLIE (L. de). — Optique électronique et corpusculaire. Hermann, Paris, 1950.
BROGLIE (L. de) et al. (Magnan, Chanson, Ertaud, Grivet, Dupouy, etc...). — L'optique électronique. Ed. Rev. Optique, Paris, 1946.
DRUMMOND (D. G.). — The practice of electron microscopy. *J. R. micr. Sci.* G. B.; 1950, 70, 1-141.
DÛPOUY (G.). — Eléments d'optique électronique. A. Collin, Paris, 1952.
GLASER (W.). — Grundlagen der Elektronenoptik. Springer éd., Vienne, 1952.
GRÉGOIRE. — Microscopie électronique et recherche biologique. Masson, Paris, 1952.
HALL (G. E.). — Introduction to electron microscopy. Mc Graw. Hill Book Comp., Inc.; N.-York, 1953.
KLEMPERER (O.). — Electron optics. Cambridge Univ. Press.; London, 1953.
VON ALEXANDER A. RUSTERHOLZ. — Grundzüge der theoretischen Elektronenoptik. Verlag Birkhauser A. G., Basel, 1950.
ZWORYKIN, MORTON, RAMBERG, HILLIER et VANCE. — Electron optics and the electron microscope. J. Wiley a. Sons.; N.-York, 1945.
Pour la bibliographie électronique, voir le travail de MARTON (C.), U. S. Department of Commerce, National Bureau of Standards, *Circulars* 502; 1950, et le *Fichier bibliographique International* de la New-York Society of Electron Microscopists (2 East, 63 rd Street, New-York, 21, New-York).

II. — ULTRAMICROTOMIE

- VON ARDENNE. — *Z. wiss. Mikr.*, 1939, 56, 8-23 et 1940, 57, 291.
BRETSCHNEIDER. — *Proc. Koninkl. nederl. Ak. van Wetensch.*, 1949, 52, 654-666 et *Mikroskopie*, 1950, 5, 1-2, 15-31.
COCKS et SCHWARTZ. — *Rev. Scient. Instr.*, 1952, 23, 615-618.

- DANON et KELLENBERGER. — *Ann. Sc. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, 1950, 3, 2, 169.
- DEMPSEY et LANSING. — *Proc. Soc. exper. Biol. Méd.*, 1953, 82, 253.
- EAVES et FLEWETT. — *Exp. Cell. Res.*, 1954, 6, 155.
- FERNANDEZ-MORAN. — *Exper. Cell. Res.*, 1953, 5-1, 255-256.
- FULLAM et GESSLER. — *Rev. Scient. Instr.*, 1946, 17, 23-25.
- GEREN et Mc CULLOGH. — *Exp. Cell. Res.*, 1951, 2-1, 97.
- GESSLER et FULLAM. — *Amer. J. Anat.*, 1946, 78-2, 245-279.
- GESSLER, GREY, SCHUSTER et KELSCH. — *Canc. Rev. U.S.A.*, 1948, 8, 11, 534-47.
- GETTNER et ARNSTEIN. — *J. Appl. Phys.*, 1953, 24, 113.
- GREY et KELSCH. — *Exp. Med. and Surg.*, 1948, 6, 4, 366-89.
- GREY et BIESELE. — *J. Appl. Phys.*, 1953, 6, 113.
- HILLIER et GETTNER. — *J. Appl. Phys.*, 1950, 21; *Sciences*, 1950, 112, 520.
- HILLIER. — *C. R. 1^{er} Congrès Int. Micr. électr.*, 1950, 592.
- HILLIER. — *Trans. N. York Akad. Sc.*, 1951, 13, 128-130; *Rev. Scient. Instr.*, 1951, 22, 185.
- HILLIER et CHAPMANN. — *Anal. Chem.*, 1952, 24, 1866.
- HODGE, HUXLEY et SPIRO. — *J. Histochem.*, 1954, 2, 54.
- KLEINSCHMIDT. — *Z. Wiss. Mikr. u. mikr. Tech.*, 1954, 62, 2, 138-146.
- KUROBA, SAKURAI et TSUCHIKURA. — *J. electronmicr.*, 1953, 1, 46.
- LADD et BRAENDLE. — *Rubber Age*, 1945, 57, 681.
- LATTA et HARTMANN. — *Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med.*, 1950, 74, 436-439.
- MASSEY. — *Stain Technol.*, 1953, 28, 19.
- MAYER. — *Instruments, U.S.A.*, 1952, 25, 870.
- MUHLETHALER. — *Umschau in Wiss. u. Tech.*, 1952, 19.
- NEWMANN, BORYSKO et SWERDLOW. — *Science*, 1949, 105-2, 267-272.
- O'BRIEN et Mc KINLEY. — *Science*, 1943, 98, 2551, 455-61.
- PEASE et BAKER. — *Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med.*, 1948, 67-4, 470-474.
- PORTER et BLUM. — *Anat. Rec.*, 1953, 117, 685-710.
- RHOADES. — *Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med.*, 1947, 71-4, 660-661.
- RICHARDS, ANDERSON et HANCE. — *Id.*, 1942, 51, 148-152.
- SJÖSTRAND. — *Nature*, 1943, 151, 725. *Experientia*, 1953, 9, 114 et *Ztschr. wiss. Mikr. u. mikr. Tech.*, 1954, 62, 2, 65-85.
- KOBAYASHI et WATANABE. — *Keio J. Med.*, Tokyo, 1953, 1-3, 199-209.
- UCHIDA. — *J. electronmicr.*, 1953, 1, 44 et *Instruments*, 1953, 26, 287.
- WATANABE, SASAKI et ONO. — *J. electronmicr.*, 1953, 1, 48.
- WATSON. — *Biochim. Biophys. Acta*, 1953, 10, 1-4.
- WISSIG et BANFIELD. — *Anat. Rec.*, 1953, 115-3, 587-590.
-

UN PROFIL GEOLOGIQUE DANS LE LIAS INFÉRIEUR MESSIN*

PAR

Pierre L. MAUBEUGE

Les occasions d'observer le contact du Lias et du Rhétien avec toutes les facilités désirables sont assez exceptionnelles dans l'Est du Bassin de Paris ; c'est ainsi que bien des obscurités règnent encore à propos de la stratigraphie de l'Hettangien inférieur. Si GÉRARD et GARDET ont pu en démontrer la présence en Meurthe-et-Moselle, les auteurs allemands (W. KLÜPFEL, notamment), antérieurement dans le Nord de la Lorraine, il a été longtemps admis que la zone à *Psiloceras planorbis* n'existait pas partout de façon constante, et surtout dans le Xaintois (4, 7). J'ai pu rassembler peu à peu une série de coupes partielles ou de profils plus étendus, dans les niveaux de base du Lias, à travers tout l'Est de la France (6) et démontrer que la zone à *Psiloceras planorbis* était partout présente ; son plus beau développement paléontologique existe aux confins de la Haute-Marne et de la Haute-Saône, où il avait été découvert par AUTHELIN, sans que, jusqu'à mon travail, aucune coupe précise n'ait été publiée pour ces contrées.

On verra dans mon mémoire en question (6) que les sections nettement observables (quelques mauvais profils très obscurcis n'y ont pas été retenus) manquent actuellement dans la région N.-E. jusqu'au Sud de Metz, pour l'Hettangien inférieur.

Un affleurement récent vient apporter pour cette zone située au Sud de Metz, des compléments intéressants, concernant la stratigraphie pure et la géologie pétrolière.

A moins de 10 km au S.-E. de Metz, tout contre la faille

* Note présentée à la séance du 21 avril 1955.

de Mécleuves à environ 1 km au S.-W. du village, à l'amorce du virage, le long du chemin de raccourci, une immense excavation amorcée il y a longtemps déjà, vient d'être considérablement agrandie. Elle montre ainsi le profil rapporté ci-après dans l'ordre descendant. Contre la faille, laquelle détermine un enfoncement du côté N. (base du Lias moyen venant face la coupe dégagée; ce Lias moyen n'a pas été atteint d'ailleurs), les couches montrent déjà des petits dérangements avec ploiements des bancs: il s'en faut certainement de peu pour que la cassure soit visible.

Profil:

5 m 00 bancs disloqués en pierrailles, de calcaire gris-bleu, à *Liogryphea*, dans une argile gris-jaune par altération.

3 m 00 alternance de bancs de calcaire gris-bleu à Gryphées, n'excédant pas 0 m 30 de puissance, séparés par de la marne grise, en lits ayant jusque 0 m 40 d'épaisseur. Tout au sommet un *Arietites*, légèrement glissé sur les bancs.

9 m 00 même alternance, avec, à la moitié inférieure, des passées irrégulières de marne bitumineuse noire, feuilletée.

Toute cette suite est très fossilifère, mis à part les Ammonites. Toutefois, les coulées boueuses considérables, dues à des venues aquifères et à l'exposition prolongée aux intempéries, obscurcissent la coupe et font glisser les bancs calcaires. La faune, Cephalopodes mis à part, est identique à celle décrite dans le « Calcaire à Gryphées » (4): *Pentacrinus*, *Plagiostoma gigantea* Sow., *Chlamys*, *Myes*, *Pholodomya*, etc..., etc... Les *Liogryphea*, abondantes, ont d'ailleurs montré, compte tenu des couches inférieures, les espèces reconnues antérieurement en Lorraine, avec la même répartition stratigraphique (1). Les coprolithes phosphatés (3) sont abondants, ainsi que les restes de Conifères: un tronc très ligniteux de près de 1 m de long a été ainsi observé.

A l'extrême base, une seule Ammonite: Cf. *Alsatites* a été recueillie.

6 m 00 environ: bancs de calcaire gris-bleu, de puissance inférieure à 0,20, rares, irrégulièrement disposés dans de la marne feuilletée bitumineuse gris-noir, parfois légèrement

bleuâtre ; cette marne est en lits atteignant fréquemment 0,50.

Les Liogryphées sont rares dans cet ensemble. Tout au sommet, un *Scammoceras angulatum* Sow. et un *Sc.* sp. juv. du groupe de *angulatum*.

Le banc de l'extrême base est de la marne schisteuse bitumineuse, à passées calcareuses irrégulières, et non un lit calcaire continu ; ces passées grésocalcareuses sont un peu sableuses. Les bancs de marne schisteuse sont souvent criblés de *Miocidaris*.

Un lit calcaire qui n'a pas pu être repéré in situ m'a livré un beau *Caloceras Johnstoni* (Sow.) Auct. ; la zone de ce nom, basée sur une forme constante dans l'Est du Bassin de Paris, et déterminée comme l'espèce de Sowerby, par GÉRARD en particulier, est donc présente dans la coupe.

Le mètre de base au moins, dans la marne bitumineuse seule (je n'ai pas pu identifier ces formes dans les bancs calcaires) m'a fourni un nombre extraordinairement élevé de *Psiloceras planorbis* Sow. souvent de grande taille ; j'ai trouvé en outre un très mauvais *Saxoceras?* et un gros *Caloceras torus* d'Orb. Les dalles à *Psiloceras* montrent en plus de nombreux *Posidonomya mosellana* Guill. (*), *Inoceramus* sp., encore indéterminés, avec des valves de *Liogryphea* sp. et des *Ostrea* cf. *Hisingeri* Nil.

3 m 00 visibles : argiles feuilletées lie de vin, tigrées de jaunâtre et de bleu-clair sur 1 m 00 au sommet, avec des taches importantes entièrement bleu-clair. Ce sont les « Argiles de Levallois » du Rhétien terminal, sur lesquelles reposent directement les marnes de l'Hettangien. (Contact à l'altitude 235 m environ.)

CONCLUSIONS

Du point de vue stratigraphie on peut noter que l'Hettangien montre ici une puissance totale de 6 m 00. L'Hettangien inférieur, zone à *planorbis*, est également présent dans le Saulnois messin et montre au moins 1 m 00 d'épaisseur.

Les trois zones habituelles de l'Hettangien lorrain : *pla-*

(*) L'abondance des *Posidonomya*, *Steinmannia*, *Inoceramus*, dans les faciès schisteux, papyracés, du Jurassique lorrain est un fait frappant.

norbis, *Johnstoni* (*Auct.*), *angulatum*, sont bien représentées. Il n'a pas été possible de déceler un éventuel et probable indice de mouvement épirogénique à la limite Hettangien-Sinémurien.

L'abondance extraordinaire des *Psiloceras* est tout à fait remarquable: il faut aller bien loin au Sud (6), pour retrouver une telle richesse de faune. Il ne semble pas d'ailleurs que la sédimentation bitumineuse soit plus favorable au caractère fossilifère: en effet, dans ces régions méridionales, les intercalaires marneux sont faiblement argileux, pauvres en matière organique, et les calcaires cristallins, de faciès bourguignon.

Le développement du faciès versicolore si accusé dans le Sud de la Lorraine, au sommet des « Argiles de Levallois », est à noter.

Du point de vue pétrolier, la présence des schistes bitumineux est un fait très intéressant, dans le cadre de l'étude sédimentologique du Bassin de Paris. Ces schistes ont un faciès papyracé quasi-identique à celui des « Schistes cartons » du Toarcien de l'Est de la France. J'ai déjà signalé de tels schistes bitumineux à des niveaux autres que le Toarcien (5): c'est le cas à Bettembourg (Grand-Duché de Luxembourg), dans la zone à *Pleuroceras spinatum*. Les Auteurs antérieurs, et surtout allemands, ont signalé des niveaux de marnes plus ou moins bitumieuses dans l'Hettangien-Sinémurien. Dans mon travail déjà cité, je signale de tels schistes papyracés dans l'Hettangien du Xaintois, région de Mirecourt (6).

Ces schistes se refusent à livrer des produits solubles aux essais usuels de dissolution des hydrocarbures, même prolongés. Par contre, ils pyrogènent rapidement et avec abondance.

Les schistes bitumineux (accompagnés là de jayet à cassure conchoïdale) de l'Hettangien alsacien, dans les carrières de Hochfelden (Bas-Rhin), ont un faciès identique et un même comportement.

Dans le Hannover, près de Bielefeld, on a signalé (2) de tels schistes bitumineux.

La possibilité d'une sédimentation de ce type, conduisant à des roches mères, à des niveaux divers du Lias, peut pré-

senter un réel intérêt pétrolier pratique, pour des parties profondes du Bassin de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHARLES (R. P.) et MAUBEUGE (P. L.). — Lioglyphées du Jurassique inférieur de l'Est du Bassin Parisien. B. S. Géol. Fr., 6^e S., T. I, 1951, pp. 335-350, 4 pl., 4 fig.
2. DIEBEL (K.). — Ein Olschiefer im Lias Alpha bei Bielefeld. Jahrb. R. f. B. für 1939 (1940), p. 157.
3. FIRTON (F.). — Coprolithes du Lias inférieur d'Alsace et de Lorraine. B. Serv. Carte Géol. Al.-Lor., T. V, 1938, p. 27 et suiv., pl. IV-VIII.
4. GÉRARD et GARDET (G.). — L'Hettangien et le Sinémurien inférieur et moyen de M.-et-M.. M. S. Géol. Fr., T. VIII, 1938, pp. 529-581, pl. XXXI-XXXIII.
5. MAUBEUGE (P. L.). — Sur la présence de la zone à *Dactyloceras semicelatum* dans le Grand Duché de Luxembourg. B. Soc. Belge Géol. Pal et Hydr., T. LX, f. 3, 1951, p. 365-374.
6. MAUBEUGE (P. L.). — Observations géologiques dans l'Est du Bassin de Paris. Nancy, 1955. Deux tomes.
7. MINUX (G.). — Le Trias et le Lias des environs de Mirecourt. B.S.G.F., IV, 1934, p. 17 suiv.

ETUDE DE LA MIGRATION DE QUELQUES LICHENS*

PAR

R.-G. WERNER

Conformément aux Phanérogames, la répartition des Lichens sur le Globe terrestre dépend, ainsi que nous l'avons établi pour les Méditerranéens (1), des climats généraux. A ces climats généraux se superposent des conditions micro-climatiques qui, se répétant dans d'autres régions florales, favorisent l'existence de ces Tallophytes grâce à une certaine plasticité écologique non seulement dans leur territoire d'origine, mais, aussi, en dehors. Au pointage sur carte des stations d'après les données de la littérature, la région d'origine se reconnaît au grand nombre de localités groupées, déterminant des centres de dispersion. A partir de ceux-ci la propagation sur d'autres régions florales se raréfie et présente, souvent, des lacunes, des disjonctions, dues à la disparition du Lichen dans des stations intermédiaires. Incontestablement, donc, la répartition actuelle des Lichens est en concordance avec la conception des régions florales, elles-mêmes fonctions des climats.

Les auteurs s'entendent pour affirmer que les Lichens sont des Végétaux très anciens. En faveur de cette opinion plaident la symbiose obligatoire, la culture relativement difficile du Champignon, la constitution compliquée des apothécies, la configuration souvent spéciale des spores, qui ne se retrouvent pas chez les Champignons libres, d'où l'impossibilité de rattacher ces Végétaux à des groupes fongiques définis. Malheureusement, les fossiles appuyant cette assertion sont rares, les thalles ne se prêtant pas à une con-

* Note présentée à la séance du 12 mai 1955.

(1) Cf. R. G. WERNER: Les origines de la flore cryptogamique du Maroc d'après nos connaissances actuelles. *Vol. Jub. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 1948 (147-202), avec bibliographie.

servation comme l'appareil végétatif des Plantes vésiculaires. Les plus anciens connus, se ramenant aux genres *Verrucaria*, *Opegrapha* et *Ramalina*, datent du Trias et du Crétacé. Cependant, la répartition actuelle des Lichens, chevauchant souvent sur plusieurs Continents, témoigne d'une existence à des époques antérieures. Deux théories se laissent invoquer pour donner une explication de ce fait. L'une, celle de l'hologénèse de NAEGELI-RONDA-FRAIPONT-LECLERC-MONTANDON, admet la naissance simultanée des êtres vivants dans le Monde entier, puis leur disparition ou réduction progressive dans certaines régions par suite de la différenciation des climats. Cette théorie se justifie pour des Plantes qui semblent apparaître partout en même temps sans offrir des centres de dispersion ; elle n'explique pas leur absence totale sur des Continents et sur certaines îles, tandis qu'on les retrouve ailleurs sous des conditions identiques, mais à l'état sporadique. Une répartition initialement universelle paraît improbable au moins pour les Lichens à cause des vicissitudes subies par les Continents au cours des siècles. Même en admettant un cosmopolitisme originaire, il faudrait, néanmoins, songer à une réoccupation, lors de leur émergence définitive, des territoires temporairement disparus sous les eaux, soit à une migration, si faible soit-elle en étendue. La deuxième théorie, développée par FURON et H. et G. TERMIER (1), se basant sur la paléogéographie, suppose une migration des Plantes et des Animaux, d'ailleurs favorisée par l'existence sinon des Continents, du moins de Ponts intercontinentaux actuellement disparus. Ces liaisons ont dû se rencontrer à diverses époques géologiques pour permettre de concevoir la répartition des Plantes et des Animaux que n'explique pas complètement la théorie de la dérive des Continents de WEGENER, d'après laquelle la fragmentation se serait effectuée une fois pour toute à une époque déterminée. L'existence de ces Ponts se trouve corroborée par les isthmes et les nombreuses îles dispersées en chapelet dans

(1) R. FURON : Biogéographie et Paléogéographie. *Rev. Gén. Sc. pures et appl.* 1954, 61, (158-169), avec bibliographie.

H. et G. TERMIER : Histoire géologique de la Biosphère. *Masson, édit., Paris*, 1952, avec bibliographie.

les Océans; ils sont, en outre, justifiés par l'étude géologique des fonds marins et l'examen des cartes bathymétriques. On sait, d'autre part, que des parties de Continents appelées boucliers, restèrent toujours émergées depuis le Précambrien, abritant faune et flore, qui, de là, purent s'épandre à mesure des émerSIONS successives, d'ailleurs soumises à des éclipses.

Une migration suppose des moyens de dispersion et de transport, problème particulièrement délicat pour les Lichens, chez lesquels le Champignon est étroitement lié à une Algue souvent spécifique. Les moyens de dispersion, dont disposent les Lichens, sont les fragments de thalle, les isidies et les sorédies, lorsqu'elles existent, les spores et les Algues, qui doivent, nécessairement, pouvoir se retrouver pour former un nouveau thalle. Du fait de la spécificité des gonidies, reconnue en culture pure au moins pour les Lichens foliacés et fruticuleux, divers accusent une aire de répartition restreinte. Comme agents de transport interviennent le vent, l'eau, les Animaux, Insectes ou autres, sur lesquels, cependant, il ne faut compter pour couvrir des distances aussi grandes que celles séparant certains Continents. Un autre obstacle est la méconnaissance de la vitalité dans le temps des organes ainsi entraînés. En apparence, un Lichen désertique vivant sur de vastes surfaces dénudées devrait se disséminer plus facilement à l'aide du vent qu'un Lichen entouré d'entraves au fond d'une forêt vosgienne. Or, ce dernier se propage, fréquemment, plus loin que le premier. C'est dire, que la migration s'effectue de proche en proche sur des distances relativement faibles; elle a l'avantage, lorsqu'elle est possible et que les conditions le permettent, de s'étendre sur des siècles. Une répartition actuellement très vaste implique, donc, nécessairement, une ancienneté respectable. Cette ancienneté est, en outre, fonction de la véracité des cartes paléogéographiques, pour lesquelles nous nous rapportons à FURON et aux époux TERMIER, de l'existence des Ponts intercontinentaux et de l'émerSION des terres durant les époques géologiques avec, fatalement, tout ce que cela comporte d'hypothèses.

Quelques exemples de Lichens de nos régions, un subcos-

mopolite et des tempérés, vont nous permettre de tenter d'éclaircir le problème de leur migration.

Parmelia saxatilis est un subcosmopolite croissant sur les rochers, les écorces et la terre depuis la plaine à la haute montagne, fréquent dans nos forêts vosgiennes. Actuellement il est densément répandu à travers toute l'Europe tempérée, y compris la Grande-Bretagne, se raréfiant vers le Sud, remontant en Scandinavie subarctique et dans l'Arctique (Jan Mayen, Nouvelle Zemble, Sibérie septentrionale, Kamtchatka, Îles aléoutiennes). En Amérique du Nord il existe à l'état dispersé au Canada, dans le centre et sur la bordure orientale. En Asie on le connaît dans la Péninsule taurique jusqu'en Transcaucasie, dans l'Himalaya, le Yunnan et le Japon. En Afrique il est présent au Maroc dans le Rif et le Moyen-Atlas, en Algérie et en Tunisie en des stations déterminées, au Kilima Njaro, à Port-Natal, au Cap. Il est signalé des Îles Madère et Sainte-Hélène, d'Australie (côte orientale), de Tasmanie et de la Nouvelle Zélande. En Amérique du Sud il se rencontre au Costa-Rica, au Chili, à la Terre de Feu, au Cap Horn, aux Îles Malouines et se retrouve sur la pointe septentrionale du Continent antarctique. Remarquons, donc, sa rareté en Afrique, Asie et Amérique tropicales.

Selon la théorie de l'hologénèse il aurait dû peupler le Monde entier avant la différenciation des climats, soit au Carbonifère, pour suivre, ensuite, les Continents et les Îles dans leurs vicissitudes. Nous aurions, ainsi, déjà, une date pour son existence. Mais, alors, on ne s'explique pas sa répartition actuelle et sporadique dans les territoires chauds, où il aurait pu au moins subsister en montagne. Tout porte, au contraire, à croire à une dissémination à partir du bouclier scandinave dès le Dévonien (date nécessaire pour l'utilisation possible des Ponts). Très probablement il s'est engagé au Dévonien moyen sur le Continent Nord-Atlantique alors existant (jalon actuel Île Jan Mayen), atteignant, vraisemblablement, l'Amérique du Nord par l'Est, disparaissant, ensuite, du Groënland. La configuration des terres à l'Ouralien lui permet d'émigrer vers l'Europe et l'Afrique et de prendre possession des terres émergées, d'où il s'étend peu

à peu. Par la suite, il ne persiste qu'à des endroits extrêmement favorables. A la fin du Permien, après la résorption du géosynclinal ouralien, la voie s'ouvre vers l'Asie, dont il peuple la Sibérie, le Kamtchatka, pénétrant jusqu'à l'Alaska et au Japon. La Nouvelle Zemble n'a pu être occupée que très tard, au Miocène supérieur, après son émergence définitive. Du bouclier africain, d'où on ne le connaît plus, il a pu passer au Trias sur le bouclier hindou, en Australie, la Tasmanie et la Nouvelle Zélande sans laisser de jalons, à moins d'une descente depuis l'Asie à partir du Lias. Sa migration en Amérique du Sud a dû s'effectuer par l'isthme de Panama soit au Carbonifère, s'il avait utilisé le Pont septentrional, soit au Trias dans le cas d'une descente depuis l'Alaska. Des tentatives de passage s'esquissent avant ou vers le Crétacé moyen au plus tard par le Pont intercontinental moyen (jalon Madère) et méridional (jalon Ile Sainte-Hélène). En l'absence de stations actuellement connues sur le bouclier brésilien il est difficile de se prononcer sur le succès de cette opération. Il se peut, qu'il en ait disparu comme d'une grande partie de l'Afrique, par suite de conditions défavorables, car il n'aime ni la chaleur ni la sécheresse. Nous serions tenté d'y admettre sa présence au moins jusqu'au Crétacé supérieur, afin d'une réoccupation possible du Chili et de la Terre de Feu inondés passagèrement au Crétacé inférieur. Au plus tard au Jurassique doit se situer à partir du Chili, alors exondé, son transfert sur le Continent antarctique. Plus tard seulement, vers la fin du Tertiaire, il arrive à gagner définitivement l'Asie occidentale jusqu'au Caucase. Son installation stable en Corse doit se placer à partir de l'Eocène.

Evernia prunastri est un eurytempéré extrêmement répandu en Lorraine et toute la France sur les écorces. On le connaît de toute l'Europe jusqu'en Russie occidentale. Il remonte en Finlande et dans la Péninsule scandinave, la Grande-Bretagne. Il peuple tout le pourtour de la Méditerranée, la Corse, les Baléares, à l'exception de la Tripolitaine et de la Cyrénaïque. De l'Asie mineure il faut franchir tout le Continent pour le retrouver au Japon. L'Afrique tropicale ne le possède plus. Il existe à l'Ile d'Ascension, en Amérique du Sud au Brésil et au Pérou, en Amérique du Nord sur

la côte occidentale du Washington à la Californie et dans le Maryland.

Son itinéraire est partiellement lacuneux. Du bouclier scandinave il a émigré à l'Ouralien par l'Europe en Afrique, se fixant sur le bouclier africain, d'où il a disparu depuis. Certainement il s'est répandu sur une partie de l'Afrique pour gagner au Crétacé ou avant l'Amérique du Sud par le Pont atlantique méridional (jalon l'île d'Ascension) avec fixation sur le bouclier brésilien. De là s'est effectué sa montée sur l'Amérique du Nord. L'occupation du Japon, au plus tard au Trias, n'a pu avoir lieu que par le Continent angarien, d'où il a complètement disparu. Quant à l'installation sur le pourtour méditerranéen et les îles, elle est plus récente et date de l'Oligo-Miocène à mesure des émergences.

Anaptychia ciliaris, subtempéré, se rencontre fréquemment avec le précédent sur nos arbres en bordure des routes lorraines. Il montre une répartition plus méridionale. Rare en Finlande, existant seulement en Suède méridionale, il s'étend de la Grande-Bretagne à travers toute l'Europe, la Corse et Madère. En Asie il peuple la Chine et la partie occidentale montagneuse jusqu'en Transcaucasie. En Afrique du Nord il se confine, également, dans les montagnes et les territoires montagneux sans accéder jusqu'à la mer. Il est connu des Canaries et, pour le reste de l'Afrique, seulement d'Éthiopie. Aux États-Unis il est mentionné dans le Nord-Est jusqu'aux Montagnes Rocheuses, en Amérique du Sud du Pérou. Il évite, donc, les contrées très chaudes ou trop froides.

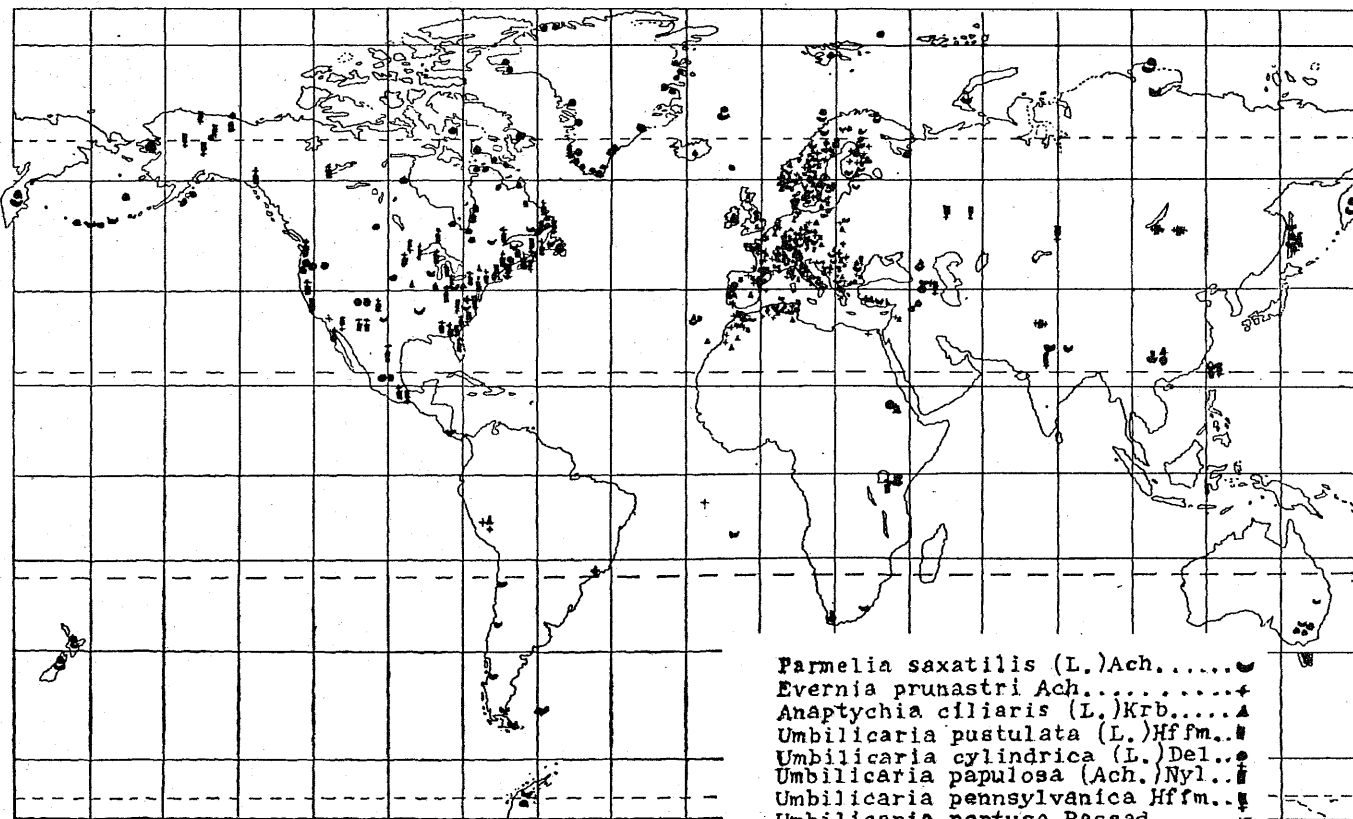
Son centre de dispersion étant manifestement situé en Europe, il n'a pu partir que du bouclier scandinave dès le Dévonien inférieur. A l'Ouralien, il émigre par l'Europe en Afrique et se fixe sur le bouclier africain, passant ensuite en Éthiopie. Rien n'indique qu'il se soit répandu sur l'Afrique centrale et méridionale. Fin Permien il peut gagner l'Asie, s'installe sur le bouclier hindou et le bouclier sino-malais, puis en Chine, disparaissant plus tard de toutes les stations intermédiaires. Aucune attestation ne laisse supposer son passage en Amérique du Nord par le détroit de Behring. A partir du Lias il se fixe dans le Massif bético-rifain, d'où il

occupe à l'Oligocène avec l'émersion progressive le Maroc, l'Algérie et la Tunisie. Entre le Trias et le Jurassique il profite du Pont intercontinental moyen (jalon Madère) pour émigrer aux Amériques, s'y répandre, mais disparaître, ensuite, sauf des endroits actuellement connus. Fin Tertiaire le peuplement de l'Asie occidentale et du Caucase a pu s'effectuer après l'émersion définitive de ces terres. L'occupation de la Corse date de l'Oligo-Miocène.

Umbilicaria pustulata est un Lichen eutempéré abondant, surtout, sur les rochers gréseux des basses Vosges. On le trouve actuellement depuis la Grande-Bretagne à travers l'Europe montagnaise jusqu'aux Carpathes. Il est rare en Finlande et en Suède septentrionale, plus fréquent en Scandinavie méridionale. Il existe en Corse et à Madère. En Afrique on le rencontre au Maroc à Tanger et dans le Rif, puis en Tunisie septentrionale avec une station disjointe au Cap. Deux localités se trouvent en Asie orientale, dans le Yunnan à 1.800 m et à Formose. En Amérique du Nord il est signalé du Labrador, du New Brunswick, du New York et du Mexique, soit partout des stations reliquaires.

Son itinéraire est sensiblement pareil à celui de l'*Anaptychia*. De son centre de dispersion, le bouclier scandinave, il passe à l'Ouralien par l'Europe en Afrique et a très probablement occupé le bouclier africain. A la fin du Permien il a dû émigrer vers la Chine et Formose sans laisser de traces, ne subsistant dans ces territoires orientaux qu'à l'état de relique. Il a, également, dû traverser l'Afrique pour aboutir au Cap par un itinéraire actuellement inconnu. A partir du Lias il s'implante dans le Massif bético-rifain, d'où il peut, plus tard, passer à Tanger et en Tunisie. A cette même époque il progresse par le Pont intercontinental (jalon Madère) vers l'Amérique du Nord, s'y répand, mais ne peut se maintenir, ensuite, que dans les stations reliquaires citées.

La répartition lacuneuse de ce Lichen en Amérique du Nord et en Asie s'éclaircit singulièrement, si nous considérons l'espèce dans des variations subies au cours des siècles et devenues stables. Lorsqu'on examine des échantillons de provenance diverse, on est frappé par certains détails mor-



phologiques divergents, couleur du thalle, densité des isidies. Compte tenu de ces divergences et sauf preuves expérimentales contraires, d'ailleurs difficilement réalisables pour le moment, rien logiquement ne s'oppose, nous semble-t-il, à admettre la possibilité de variations d'ordre génétique. Or, l'on connaît d'autres Umbilicaria à thalle pustuleux, plus ou moins en proche parenté avec le nôtre (1), *U. papulosa*, également à face inférieure brune, mais dépourvu d'isidies en surface et parfois lobulé, souvent considéré comme une variété du *pustulata*, *U. pennsylvanica*, noir en dessous, plus ou moins papilleux en surface, *U. pertusa*, noir en dessous et abondamment isidié-sorédié en surface, sans citer des espèces plus localisées.

U. papulosa se rencontre en Amérique du Nord et s'étend de l'Île de Miquelon et du Labrador à l'Île de Vancouver par tous les Etats-Unis jusqu'en Floride et au Mexique avec quelques stations dans l'Alaska. soit du 61° au 22° latitude Nord; il se retrouve en disjonction en Afrique orientale au Mont Elgon. *U. pennsylvanica*, également aux Etats-Unis, est plus répandu dans le Nord-Est depuis le Canada à la Géorgie avec de rares stations au Dakota, dans l'Arizona, la Californie et au Mexique; il existe, en outre, au Groënland occidental, au Japon, à Formose et en Russie à l'Ouest de l'Oural au Sud de Kazan, dans l'Oural méridional et à l'Est au Nord des Monts Altaï avec des variétés dans le Caucase et aux Indes. *U. pertusa*, parent surtout du précédent, est signalé de la partie Nord-Ouest de l'Himalaya, du lac Baïkal et de Transbaïkalie. Phytogéographiquement ce sont, sans aucun doute, des espèces vicariantes. La migration de l'*U. pustulata* nous apparaît, alors, sous un autre jour très vraisemblable. Du bouclier scandinave il a très bien pu emprunter, dès le Dévonien moyen, la voie du Continent Nord-Atlantique pour atteindre l'Amérique du Nord, s'y masser sur le bouclier canadien et se propager peu à peu. Les conditions s'y prêtant, il a subi dans la suite des temps

(1) G. A. LLANO: A monograph of the Lichen family Umbilicariaceae in the western hemisphere. *Office of Naval research, Washington*, 1950 (281 p., 28 tab.)

Voir aussi Ed. FREY: Cladoniaceae und Umbilicariaceae. *Rabh. Krpfl.* 9, 4, 1, Leipzig 1933 (410 p., 8 tab. fig.).

une mutation donnant l'*U. pennsylvanica* dans les stations citées. A la fin du Permien, l'*U. pustulata* pouvait gagner l'Asie, où, toujours en fonction des conditions, il persiste à l'état mutant de *U. pennsylvanica* dans l'Oural, à l'Ouest et à l'Est de cette chaîne, à l'état de *U. pertusa* en Asie, puis sous forme *papulosa* en Amérique du Nord. En Afrique son passage du bouclier vers le Cap est attesté par son vicariant *papulosa* au Mont Elgon. La troisième voie, qu'il emprunte plus tard entre le Trias et le Jurassique par Madère, lui donne accès à l'Amérique du Nord sous sa forme *pustulata*, sous laquelle il persiste en quelques stations sans muter par suite de conditions différentes. L'occupation du Caucase ne s'est faite que vers la fin du Tertiaire après la surrection de cette chaîne. Génétiquement, donc, les formes mutantes les plus anciennes seraient l'*U. pennsylvanica* et l'*U. pertusa*, pour lesquelles une possibilité de mutation et d'adaptation se présentait à la fin du Primaire. Les conditions changeant au Secondaire, la mutation aurait évolué vers la forme *papulosa*, particulièrement évidente à la station du Mont Elgon à 4.056 m, où, manifestement, les rayons ultraviolets plus intenses ont dû jouer un rôle. Des conditions similaires paraissent avoir agi en Amérique du Nord pour provoquer des variations analogues, alors que l'*U. pustulata* typique, arrivé plus tard, s'est maintenu stable jusqu'à ce jour, les combinaisons favorables à une mutation n'étant plus réalisées ou demandant un laps de temps plus grand. Ainsi se laisse, aussi, expliquer la superposition des espèces en certaines stations. Nous n'insisterons pas sur quelques autres espèces, vicariants et mutants locaux au détroit de Panama, au Cap et en Corse, qui se laissent naturellement caser en conséquence de notre exposé. Les modifications génétiques survenues dans ce groupe, meilleur indice des possibilités et dont témoignent, aussi, les variations de l'*U. pennsylvanica* aux Indes et, après le Tertiaire, au Caucase, ont affecté essentiellement l'appareil végétatif et les spores; l'apothécie, peu influençable, est restée identique dans sa structure anatomique, simple et non plissée comme chez d'autres Umbilicaires. La vraisemblance d'une variabilité chez ces espèces se trouve corroborée par le fait, que l'asque, dans le noyau duquel ont

pu se produire ces mutations durant les mitoses, ne contient qu'une ou deux spores murales au lieu de huit, cas analogue à celui de mutants classiques comme le *Neurospora* chez les Champignons.

Umbilicaria cylindrica, à thalle lisse, cilié en bordure et à apothécies plissées, type des Lichens trachytempérés ou continentaux, est actuellement lié à la haute montagne et existe en France dans le Massif central et les Vosges. Il se rencontre dans toutes les montagnes d'Europe et de Corse, remontant sur la Grande-Bretagne, la Péninsule scandinave, la Finlande, l'Islande, l'île de Jan Mayen, l'Archipel François-Joseph, le Groënland, le Spitzberg. En Asie on le connaît de la Sibérie au Cap Tchéliousskine, du Kamtchatka, du Japon, du Yunnan, du Caucase, du Taurus arménien (2.650 m), du Kurdistan (2.900 m). En Afrique il fait figure de relique au Maroc (Rif), en Algérie, en Ethiopie (3.650 et 4.600 m), au Kilima Njaro. Il a été signalé en Australie, Tasmanie et Nouvelle Zélande, dans l'Antarctique à la Terre de Graham. En Amérique du Nord il se rencontre aux îles aléoutiennes, l'Alaska, la Terre Neuve, le Canada, le New Hampshire, le Colorado, l'Utah, le Dakota et le Washington, enfin au Mexique.

Son itinéraire semble tout tracé. Le bouclier scandinave est, encore, son centre de dispersion. Dès le Dévonien il peut gagner l'Amérique par le Continent des Vieux grès rouges, jalonnant son chemin par les nombreuses stations citées après la disparition de ce Continent. Une autre voie s'ouvre à lui par le Continent angarien au plus tard au Trias avec des jalons jusque dans l'Alaska, s'étendant également sur l'Asie orientale, où il persiste dans des stations privilégiées. A l'Ouralien il traverse l'Europe, arrive en Afrique et se fixe sur son bouclier. De là il reconquiert au Lias le Massif bético-rifain définitivement émergé et émigre, d'autre part, au Trias en Australie, la Tasmanie et la Nouvelle Zélande probablement par la Lémurie encore franchissable. Il se pourrait, aussi, qu'il ait atteint ces terres depuis l'Asie orientale à partir du Lias. Sa progression vers le Continent antarctique pose un problème. FURON, se basant sur des affinités de flore et de faune aux îles Kerguelen et Crozet et la Nouvelle-

Zélande, admet au Tertiaire l'existence d'un Continent Améri-
rique du Sud-Antarctique-Nouvelle Zélande. Notre Lichen
aurait, alors, pu passer sur l'Antarctique. Les époux TER-
MIER supposent, au contraire, un Pont Amérique du Sud-
Antarctique. Dans ce cas, la migration de l'*U. cylindrica* de-
meure inexplicable, car on ne connaît pour le moment aucune
trace de son existence en Amérique du Sud.

Sans transgresser la prudence qui s'impose en la matière,
nous pouvons, par conséquent, affirmer, en nous basant sur
leur centre de dispersion actuel, que les Lichen étudiés, par-
ticulièrement les Tempérés, ont initialement existé sur le
bouclier scandinave, point de départ de leur migration. Cel-
le-ci est attestée par des jalons plus ou moins nombreux qui
subsistent encore et permettent d'entrevoir la possibilité d'un
déplacement vers les divers Continents au cours des siècles
passés. L'ancienneté de ces Lichens remonte fort loin et de-
vient, ainsi, nécessairement, fonction des terres émergées et
des passages accessibles qui se sont offerts durant certaines
époques géologiques.

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Compte rendu de la séance du 18 novembre 1954

La séance est ouverte à 17 h. sous la présidence de M. ROL. Après lecture et adoption du procès-verbal de la séance du 10 juin, plusieurs candidatures sont proposées :

— Le Docteur VILLEMEN, vétérinaire à Delme, présenté par MM. Delafosse et Maubeuge.

— M. Lucien LOUIS, directeur de la Société l'Air Liquide, à Longwy-Bas, présenté par MM. l'Abbé Kopp et Maubeuge.

— M. R. MOREAU, étudiant en Pharmacie à Nancy, présenté par Mlle François et M. Meunier.

L'ordre du jour appelle :

— Le Docteur J. BARRY : Etude de la neurosécrétion diencéphalique de substance colloïde chez quelques mammifères. Cette communication est suivie de projections variées.

— M. P. L. Maubeuge : fait part, avec cartes à l'appui, de quelques remarques sur la Géologie profonde du Bassigny.

— M. BOUTIN, Professeur de Topographie à l'Ecole Forestière, donne ensuite une causerie sur « Quelques utilisations de la Photographie aérienne », au cours de laquelle il expose les techniques de la photographie aérienne, ses avantages variés qui permettent une représentation concrète et objective de la réalité, enfin son utilisation.

Quelques projections de photos aériennes prises à différentes hauteurs permettent de comparer la topographie d'une région déterminée, à mesure qu'on se rapproche du sol, et de noter les différences marquantes qui existent dans diverses contrées de France.

— M. ROL demande si on n'a pas essayé d'utiliser des verres infra-rouges pour éliminer le brouillard ? — Oui, cela fait ressortir la végétation.

— M. MAUBEUGE souligne l'importance de ces relevés pour les cartes géologiques ; dans les pays dépourvus de végétation, on peut suivre directement sur les photographies l'allure tectonique d'une région.

— M. BOUTIN note qu'en Amérique, de tels relevés géologiques sont utilisés en grand par SHELL et STANDARD.

Enfin, M. ROL passe la parole à M. N. CEZARD qui présente quelques échantillons de *Cosmos* du Jardin Botanique : l'un à 8 ligules normales, et deux autres présentant des mutations :

dans l'un, chaque ligule est divisée en 3 jusqu'à la base ;

l'autre, de couleur rose, présente 1 ligule entière, alors que toutes les autres sont divisées.

Les graines de ces *Cosmos* proviennent, les unes de la Maison De Vilmorin, les autres d'Allemagne.

La séance est levée à 19 h.
