
BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES
DE
NANCY

(Fondée en 1828)

SIÈGE SOCIAL :

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

SOMMAIRE

Pierre L. MAUBEUGE: La base du Jurassique moyen entre les vallées de l'Armançon et de la Laignes (limites Yonne - Côte-d'Or) avec quelques remarques sur des régions voisines	142
Marcel RIBON, Louise PONCET et André VEILLET: Propriétés gonado-stimulantes du colostrum humain et crise génitale du nouveau-né	159
G. NOISETTE: Etude physico-chimique et comportement des eaux industrielles et résiduaires	163
André VEILLET: La nature rythmique de la vie	190
S. BESSON et J. TAVERNIER: Comportement des complexes du cuivre et du tryptophane en présence des hématies	195
André VEILLET: Inversion sexuelle et glande androgène chez quelques crustacés	200
S. BESSON et J. TAVERNIER: La chélation du cuivre par l'acide éthylène diamino tétraacétique (EDTA) en milieu biologique	204
Comptes-rendus des séances	210

**LA BASE DU JURASSIQUE MOYEN
ENTRE LES VALLÉES DE L'ARMANÇON
ET DE LA LAIGNES (LIMITES YONNE - COTE-D'OR)
AVEC QUELQUES REMARQUES
SUR DES RÉGIONS VOISINES***

PAR

Pierre L. MAUBEUGE

Le minutieux travail de J. LAMBERT (5) sur le Jurassique moyen du département de l'Yonne, bien qu'il mérite une révision de la partie paléontologique (surtout pour les Céphalopodes), sur la base des travaux modernes, reste un document fondamental quant à la stratigraphie de la partie S-E du Bassin de Paris. Des études comparatives, avec même des descriptions précises de coupes, y sont d'ailleurs fournies pour les régions voisines.

Il n'en demeure pas moins que son analyse pas à pas des affleurements s'arrête précisément à la limite de l'Yonne et de la Côte-d'Or, dans la région du Val de Jully (p. 109). Un fait ressort avec certitude : les niveaux de base de la série sont atrophiques, même si on ne veut pas admettre que le calcaire bathonien des anciens Auteurs (LAMBERT, MARTIN, etc...) est du Callovien inférieur, il n'en demeure pas moins qu'entre ce calcaire et l'Argovien basal (« Marnes et calcaires marneux à Scyphies »), il y a tout juste 2,00 m de calcaires et marnes, avec faciès à oolithes ferrugineuses. C'est l'Oxfordien de LAMBERT.

Depuis longtemps WOHLGEMUTH (12) a attiré l'attention sur l'extraordinaire diminution de puissance de la série du Callovo-oxfordien en allant de la Woëvre, en Lorraine Centrale, vers l'axe morvano-vosgien ; elle s'accompagne d'une

* Note présentée à la séance du 13 février 1958.

apparente montée oblique du faciès à oolithes ferrugineuses vers le sommet de l'Oxfordien, bien que ce faciès lenticulaire soit connu à ce même sommet de l'Oxfordien dans les Ardennes et en Lorraine centrale. Reprenant pas à pas, en venant du Nord, où la série est la plus complète, l'étude de tous les affleurements depuis une dizaine d'années, j'ai pu analyser la stratigraphie détaillée des séries reconstituées. On a vu ainsi que c'est à partir de la trouée de la Marne près de Chaumont, que les anomalies stratigraphiques de la série du Callovo-Oxfordien vont s'affirmer; un peu au S-O de Chaumont on a vu la preuve (8, 9) des remaniements de faunes, avec mouvements épirogéniques au sein de la série; ces faits ont été controuvés jusque Châtillon-sur-Seine, au S-O de la ville et dans la région d'Étrochey. Bien que disposant déjà de certaines coupes, n'ayant alors pas étudié en détail la région plus au S-O, jusque la vallée de l'Armançon, je n'avais pas rapporté dans mes notes antérieures mes profils donnés ci-après.

Or, mes observations nouvelles permettent de raccorder les profils levés par LAMBERT dans la région de Châtillon, où j'ai démontré que le minerai de fer oolithique renfermait un mélange de faunes Callovo-Oxfordiennes, remaniées, jusque vers le S-O de Chaumont (Haute-Marne). On verra ainsi qu'il est possible de poursuivre l'analyse stratigraphique détaillée et de trouver une confirmation des anomalies, jamais signalées clairement malgré les minutieuses études de LAMBERT.

Un peu à l'O de Châtillon, région de Cérilly, plus spécialement dans les mauvaises tranchées de route et du chemin de fer, au passage à niveau de Bouix, sans compter les affleurements très nets dans les champs, la formation ferrugineuse ne saurait pas excéder 2,00 m de puissance; elle est très fossilifère, montrant surtout des faunes d'Ammonites de l'Oxfordien supérieur (zone à *Cardioceras Cordatum*), (limite Ouest des feuilles de Châtillon et Tonnerre au 80 000°).

A Étrochey, la tranchée du chemin de fer à l'Est du village, à mi-distance de Ste-Colombe, tranchée franchie par un pont routier, donne encore un assez bon profil.

Le pendage est assez accusé, avec ennoyage vers le Nord, ce qui amène une diminution progressive de puissance des couches affleurant vers le Sud.

Sur un maximum de 3,50 m, des limons passent, au sommet, à des marnocalcaires feuilletés gris, avec passées irrégulières d'argile marneuse feuilletée et des bancs calcaires; de nombreuses Ammonites, des Térébratules, quelques Lamellibranches, avec surtout des Spongiaires de très grande taille, en forme de coupes se trouvent sur presque toute la hauteur, mais surtout à la base. Les Ammonites se voient jusqu'à la ligne de contact des limons gris avec la formation non altérée.

Dans le banc calcaire de base, j'ai trouvé in situ un *Gregoryceras transversarium* Qu ((9), note +, p. 2).

Dessous, vient immédiatement un mince lit de 3 à 4 cm de marno-calcaires gris-clair avec des points bruns, évoquant des fausses oolithes altérées; comme on y voit encore des points de glauconie, il semble bien que le niveau soit primitivement glauconieux.

Ce lit remplit les irrégularités du sommet du banc inférieurs, qui n'est pas taraudé, ne semble pas porter de galets, mais paraît bien érodé. Là commence le banc de minerai puissant de 2,00 m: ensemble de calcaire et de marcalcaire plus ou moins dur, criblé parfois de petites oolithes ferrugineuses grises, brillantes, en amas irrégulier; des taches sporadiques sont formées par un marno-calcaire brun-jaune. L'extrême sommet du banc, sur quelques centimètres montre des points gris-vert qui sont des fausses oolithes ferrugineuses, dispersées. La faune est excessivement riche, surtout en Ammonites, parmi lesquelles j'ai observé un gigantesque moule interne de *Phylloceras* (1).

Dessous, vient un massif de calcaire qui disparaît au niveau des rails vers l'extrémité Nord, mais qui se suit sur une faible hauteur du côté opposé. Son sommet est érodé, taraudé par les Lithophages dont les trous, peu profonds, ont un diamètre inférieur à 1 cm. Le calcaire est carié, gris-

(1) Je n'ai pas encore pu trouver le temps de déterminer en détail mes riches récoltes d'Ammonites provenant de cet affleurement.

vitreux, à taches de marne ocre et points limonitiques; il a un aspect cristallin. C'est le calcaire du callovien inférieur, exploité dans les carrières autour d'Étrochey.

Étudiant les *Aspidoceras* trouvés dans le minerai de fer oolithique de la région de Châtillon, COLLOT, en 1914 (2) citant 13 espèces différentes pour ce genre, reconnaît que la faune d'Ammonites marque les zones à *Q. Lamberti* et *C. Cordatum*. Il y a donc ou faunes remaniées ou concentration zonale dans un mince banc, ce que l'Auteur ne tranche pas.

Déjà en 1898, DE GROSSOUVRE (4) écrivait: « on a souvent dit que l'oolithe ferrugineuse de Châtillon-sur-Seine renfermait à l'état de mélange intime des faunes distinctes ailleurs. C'est là une erreur qui provient, je crois, de ce que l'on n'a pas voulu s'astreindre à rechercher le gisement précis de chaque fossile ». Dans les minières d'Étrochey, l'Auteur distingue dans le minerai un niveau supérieur avec *Ammonites Henrici*; un peu plus bas il trouve *A. Cordatus* typique avec nombreux *Aspidoceras* et *Perisphinctes* voisins sinon identiques à *Per. Subrota* (cette détermination est évidemment à reviser à la lumière de la monographie de Arkell). Enfin, à la base seulement, il trouve *A. Ornatus*. Cette dernière forme date pour lui le Callovien; bien qu'il s'agisse probablement d'une forme du Callovien supérieur, sa détermination doit être à revoir. Cette présence d'éléments calloviens occupant même exclusivement un niveau basal ne parle pas du tout contre des remaniements et concentrations de faunes: il est normal que les éléments remaniés les plus anciens se trouvent à la base du terme transgressif.

De son côté, en 1904, COLLOT (2) s'étendait déjà assez longuement sur ces points de stratigraphie détaillée. Pour lui, les calcaires à taches rouilles de la région de Châtillon sont du Bathonien supérieur, sans Ammonites (en réalité Callovien inférieur) avec *Rh. Hopkinsi*. Mais il admet aussi, clairement, que ces calcaires correspondent à ceux des environs de Dijon où on a trouvé *Ammonites Macrocephalus*, et rien ne s'oppose à ce qu'on admette qu'ils sont de cette zone extrême du Callovien. La surface taraudée terminale est bien signalée. L'assise callovienne diminue d'épaisseur en deve-

nant plus argileuse vers le S-O ; dans les carrières d'Étrochey, dans la tranchée du chemin de fer entre ce village et Sainte-Colombe, on la voit nettement avec une puissance de 65 cm ; elle en a 25 à Gigny. On y observe quelques bancs calcaires. Les fossiles sont phosphatés ; COLLOT y cite des *Kosmoceras*, *Peltoceras athleta*, *Quenstedtoceras lamberti* et *Peltoceras angustilobatum* BRASIL. Il y a donc là des formes indiscutablement calloviennes. Dessus ces éléments remaniés du Callovien, le calcaire non schisteux, gris, à nombreuses oolithes ferrugineuses, montre plusieurs espèces voisines de *Ammonites cordatus*, des *Perisphinctes* nombreux, *Peltoceras arduennense* et *Ammonites canaliculatus* (Paléontologie Française, 199, fig. 4 exclusivement) ; il n'y a là aucune Ammonite calloviennne et COLLOT insiste sur le fait que DE GROSSOUVRE s'est déjà élevé contre ce mélange. A son tour, il conteste à juste titre les conclusions de WOHLGEMUTH qui n'a pas vu la complexité stratigraphique du minerai. Pour COLLOT, la base du minerai correspond aux « Marnes à *Ammonites Renggeri* » et le sommet aux couches à *Pholadomya exaltata* (c'est-à-dire nos « Chailles ») ; mais il cite des *Cardioceras* dès la base. Ce minerai correspond aux couches du minerai de fer de Dijon, où les « couches à *Cosmoceras*, *Peltoceras athleta*, *Quenst. lamberti* » se distinguent facilement lithologiquement. Peut-être, ajoute-t-il, à Dijon, le faciès oolithique monterait-il un tout petit peu plus haut, *Ammonites canaliculatus* et *transversarius* y faisant leur première apparition. La conclusion est rigoureuse et les travaux récents (8) n'ont pu que confirmer le fait dans le Dijonnais.

En suivant la route de Montliot à Étrochey, une ancienne carrière est plus intéressante que les grandes exploitées actuellement, à cause des contacts d'étages. Elle est située un peu après le passage à niveau, du côté N de la route, entre celle-ci et le ruisseau. D'autres, moins dégagées encore, lui font presque face. On lève dans cette exploitation, de haut en bas : 0,40 m. : mauvais pointement de bancs de calcaire gris à pâte fine, avec marnocalcaire feuilleté et argile grise à Spongiaires, Argovien. Le contact est mal visible avec ensuite : 2 m., mauvais pointements de minerai à fines oolithes brillantes grisâtres à brun-rouge. à éclat métallique, très

fossilifère; j'ai récolté là surtout des Ammonites oxfordiennes, notamment plusieurs espèces de *Cardioceras*.

La surface taraudée du massif calcaire est bien visible, horizontale; elle montre des petits trous peu profonds, n'excédant pas 1 cm de diamètre et de rares Huîtres fixées. Le calcaire, visible sur 4,00 m exploité pour pierre de taille, est blanc, à petites oolithes et pâte fine; au sommet, la pâte est grisâtre, tachée de veines de marne ocre. C'est la « Pierre d'Étrochey » des carriers, du Callovien inférieur. Jusque Laignes, on suit dans les champs, sans bons affleurements, cette même formation, avec faunes essentiellement oxfordiennes sur 8 km environ. Un peu à l'O et au S-O de cette ville on retrouve encore des traces de la formation ferrugineuse, surtout dans les champs; un des derniers points notamment se trouve sur le flanc Ouest du vallon du Moulin de Martilly: les labours montrent encore nettement la dalle taraudée terminale du Callovien inférieur, calcaire.

Mais à très faible distance de là une coupe toute différente est offert depuis longtemps par la belle carrière située à une centaine de mètres à l'Est de la limite départementale Yonne-Côte-d'Or; cette exploitation montre un assez long front de taille.

On relève ainsi de H. en B.:

Sur les 2,00 m dominants, dans les champs: terre et limons brun-rouge avec pierrailles blanches, sans aucune trace d'« Oolithe ferrugineuse ». Puis en carrière, 0,40 terre végétale et pierrailles, en calcaire identique à plus haut et plus bas.

1,20 m: calcaire marneux et marnocalcaire feuilleté gris-jaune, à gris-beige un peu micacé, sableux, de faciès argovien typique *Pholadomya* écrasées; quelques traces de Bivalves indéterminables. Pas de Céphalopodes, apparemment.

Surface érodée, légèrement oxydée, parfois ravinée, couverte par places d'Huîtres, criblée de trous de Lithophages de 1/2 à 1,5 cm de diamètre.

3,50 m: calcaire compact, plus ou moins blanc, ou jaunâtre, suboolithique à oolithique avec éléments granuleux; parfois il est cristallin, à pâte fine, piqué de points ocres. Sur 1,50 m, le sommet est encore à pâte fine, plus ou moins sub-

cristallin, mais carié d'ocre, parfois vaguement vitreux. Surtout à 1,50 m du sommet, il y a une passée barrée de marnocalcaire feuilleté, beige ou grisâtre, micacé, à aspect sableux: elle est bourrée de Brachiopodes, surtout des Rynchonelles du groupe de *R. Hopkinsi* Mc. Coy, indéterminables avec certitude, avec des *Plagiostoma*.

C'est le faciès du Callovien de la région d'Étrochey-Châtillon-sur-Seine.

Un peu plus au Sud, à 1650 m de la limite départementale, en direction de Gigny, du côté Est de la route, pendant l'été 1957, un puits récent montrait, à défaut de coupe accessible (à cause du plan d'eau), par ses déblais, la succession suivante. De H. en B.: marnocalcaire micacé, beige, d'aspect sableux, de faciès argovien, non fossilifère (puissance inconnue, faible; puis: mince banc de calcaire gris, compact, vitreux, carié d'ocre, avec quelques éléments marnocalcaires grisâtres. C'est le faciès même des « Marnes à Spongiaires » et, bien que sans Ammonites, le niveau est confirmé par la présence de quelques Spongiaires en forme de coupes, de grandes tailles. Enfin, dessous, a été atteint un calcaire beige à grisâtre, avec des fausses oolithes et des granules calcaires bleuâtres, qui peut être assimilé sans difficulté au « calcaire à *Rh. HOPKINSI* » du Callovien inférieur. La dalle taraudée terminale du calcaire est bien visible, mais montre seulement de nombreux petits trous grêles et peu profonds, dus aux Lithophages.

Encore un peu plus au Sud, à moins de 2 km à vol d'oiseau de la première carrière située à la limite des deux départements, une ancienne exploitation se trouve à l'Est de Gigny, entre la voie ferrée et la Ferme de la Nouotte. Sa partie supérieure a été dégagée à plusieurs reprises ces dernières années, et je l'ai décapée dans l'angle N-E. C'est peut-être de cette carrière dont parlait LAMBERT (p. 109) qui en donnait une description. La série est bien différente de celle des deux affleurements précédents, pourtant très proches; et, effectivement, j'ai retrouvé une coupe très voisine de celle de cet Auteur. J'ai noté, de H. en B.:

Plusieurs décimètres de limon brun-rouge.

0,60 m: calcaire gris, vitreux, compact, carié d'ocre, en

dalles, avec à la base un fragment de jeune *Perisphinctes* indéterminable.

0,20 m: marne calcaire grise et beige, criblée de grandes *Zelleria* allongées, on y voit des passées irrégulières d'argile grise, feuilletée, à aspect rugueux, sableux; c'est le faciès typique des « Marnes à Spongiaires »; on observe d'ailleurs quelques rares Spongiaires en grandes coupes.

1,10 m: minerai érodé et raviné au sommet: calcaire marneux gris à jaune, à débris coquilliers, plus ou moins riche en oolithes ferrugineuses, sporadiques, brillantes ou non; il y a des passées de véritable minerai brillant, gris-brun ou rougeâtre, à ciment à peine marneux; parfois la roche est calcaréo-marneuse, compacte; la couche est très fossilifère, notamment avec de nombreuses Ammonites. Non encore étudiée en détail cette faune m'a montré de très nombreux *Ctenostreon Chlamys*, divers Bivalves et des *Collyrites*; dès la base on trouve des *Peltoceras* avec *P. Arduennense* D'ORB. et des *Aspidoceras*. A 0,20 m de la base j'ai recueilli in situ un *Goliathiceras* indéterminable.

Surface horizontale, taraudée, criblée de trous de Lithophages peu profonds, grêles, de diamètre inférieur à 5 mm.

1,80 m visible: calcaire finement oolithique jauâtre, parfois à taches bleues, piqueté de points ocres, c'est le Callovien inférieur.

Vis-à-vis, de l'autre côté du vallon, la tranchée du chemin de fer montre l'Argovien inférieur: faible épaisseur de marne calcaire feuilleté, d'aspect sableux, micacé, un peu argileux, avec quelques mauvais Bivalves.

La coupe de la carrière est légèrement différente de celle de LAMBERT; s'il trouve 1,15 m de minerai, soit presque la même puissance, cet Auteur signale 0,15 de marnes grises et brunes au-dessus du calcaire callovien; il s'agit vraisemblablement d'un faciès latéral non minéralisé, visible à l'époque; mais la couche d'« Oolithe ferrugineuse » aurait donc au total 0,20 m. de moins que le chiffre que j'ai trouvé: de faibles variations de puissance sont fort possible d'autant que j'ignore si les deux profils sont levés rigoureusement au même endroit*.

(*) De Gigny à quelque distance vers le Sud, Houdard (4 bis) a analysé les

LAMBERT expose que l'Argovien basal « Marnes à Scyphies » est encore mieux développé plus près de la Ferme de la Nouette. La riche faune d'Ammonites citée ne permet pas de reconnaître d'emblée s'il s'agit de l'Argovien ou de l'Oxfordien. Toutefois, si on rectifie les déterminations spécifiques anciennes, il est probable que c'est la même faune de *Perisphinctes* et *Aspidoceras* que celle que j'ai citée dans l'Argovien du Mont (10); seule l'« *Ammonites lunula Zieten* » est énigmatique stratigraphiquement puisqu'il s'agirait d'un *Hecticoceratidae*, donc d'une forme Callovienne; peut-être est-ce un mauvais *Ocketoceras* confondu avec une autre forme, vu un état de conservation défectueux?

La série des profils que j'ai rapportée ici démontre donc, fait non établi antérieurement, que l'Argovien inférieur repose directement sur le Callovien inférieur en certains points de la limite des départements Yonne - Côte-d'Or. Mieux même, le terme d'extrême base de l'Argovien, en des points étroitement localisés, manque lui-même (« Marnes à Spongiaires » = « Marnes à Scyphies »). Les coupes rapportées permettent de suivre du N au S la disposition en biseau de ces différents termes stratigraphiques où seul l'Oxfordien supérieur, zone à *Cardioceras codatum* est présent sur le Callovien inférieur.

Ceci implique une fois de plus l'existence de mouvements épirogéniques au début du Jurassique supérieur, sur l'axe morvano-vosgien.

Des données établies par ailleurs démontrent la réalité de cette interprétation, on pourrait en effet avancer qu'il s'agit de ravinements par courants sous-marins seuls. Or l'ampleur géographique de ces faits exclut cette interprétation.

Ainsi, dans la région de Dijon, on l'a déjà entrevu plus

formes de ce minerai exploité autrefois localement. Aidé de V. Maire, et bien que n'ayant pas disposé de la monographie de Arkell, le résultat semble acceptable, au moins dans ses grandes lignes, pour les Ammonites. Les formes citées sont surtout celles de la zone à *Cardioceras cordatum* avec des éléments plus anciens, calloviens et apparemment de l'Oxfordien inférieur (*Creniceras Renggeri* OPPEL); toutefois, il n'y a pas des formes typiques du Callovien supérieur comme des *Lambericeras*. Les conditions d'étude ne permettent pas une fine stratigraphie. Même si toutes les formes ne sont pas mêlées, et si des biseaux se développent entre les diverses localités, il y a des anomalies évidentes par rapport à une série normale puissante.

haut, il y a longtemps que les anciens Auteurs ont signalé des anomalies stratigraphiques. LAMBERT lui-même (5, p. 151) donne de très bonnes coupes de la région classique de Talant. Là, sous l'Argovien, à *Perisphinctes plicatilis* qui descend jusqu'à l'extrême base de l'étage, il est décrit de 0,45 à 1,30 de minerai avec une faune d'Ammonites qui pour moi, est la même que celle du minerai de Neuvizy et de la Meuse. Dessous, il y a seulement de 0 à 0,40 de sédiments du Callovien à *Hecticoceras* sur un « Bathonien » calcaire (en réalité le Callovien inférieur) avec surface taraudée intercalée.

Il y a donc là, probablement dans le Callovien supérieur ou moyen, des lacunes stratigraphiques.

Dans les minières de Marsannay, au N-O de Dijon, LAMBERT a publié aussi des profils détaillés, dans une région où MARTIN (6) a déjà levé des profils. Sous l'Argovien, le minerai montre une faune d'Ammonites de l'Oxfordien, notamment des *Cardioceras*, dès la base, avec sur toute sa hauteur le fameux *Perisphinctes plicatilis* (soit véritablement cette espèce, soit des formes voisines, que les anciens Auteurs ne distinguaient pas), plus une faune assez caractéristique de l'Oxfordien supérieur. Ce minerai repose sur le « Bathonien calcaire », qui est en réalité le Callovien inférieur.

Il y a donc de grosses lacunes stratigraphiques affectant le Callovien moyen et supérieur et l'Oxfordien inférieur.

Ces faits sont controuvés et des détails supplémentaires y sont apportés, par un travail plus récent (11). Là aussi, on voit l'Argovien reposer sur le Callovien inférieur et ma découverte de faits analogues dans une région bien loin au N-O de Dijon montre l'ampleur de l'étendue affectée par des irrégularités dans la sédimentation.

Ainsi aux portes mêmes de Dijon, il est bien admis maintenant que le calcaire oolithique blanc à débris coquilliers (Bathonien des anciens Auteurs) est du Callovien inférieur*, zone à *Macrocephalites macrocephalus*; il est ter-

*Dans un travail paru ces dernières années (H. TINTANT et J. JOLY. - Observations sur la stratigraphie du Bathonien en Côte-d'Or. Bull. Scientifique de Bourgogne, T. XV, 1954 (1955), pp. 25-38, 1 Tabl.), la question de la limite Bathonien-Callovien en Côte-d'Or, jusqu'aux confins de la région ici considérée, a été réexaminée. Je ne puis pas admettre, pour ma part, la limite admise par ces

miné par une dalle taraudée, c'est, avec ou sans le faciès typique, la « Dalle nacrée ». C'est donc le même résultat stratigraphique que celui auquel je suis arrivé dans la région allant depuis au S-E de Neufchâteau jusque Chaumont et au delà : ceci contrairement aux opinions anciennes et quelques opinions récentes (10 bis, et surtout 3 bis) (*), qui, contre toute évidence font de ce niveau du Bathonien, ainsi que les coupures géologiques de la carte de la France au 80.000^{me}.

Sur ce calcaire sont décrits quelques décimètres d'un niveau très ammonitifère, dont les espèces datent le Callovien moyen. Le niveau érodé, au sommet, marque la zone à *Peltoceras athleta*; celle-ci, d'ailleurs, est encore mise, dans ce

Auteurs pour le contact d'étages. J'ai déjà longuement insisté sur l'anomalie existant dans l'Est de la France par rapport aux séries anglaises, quant à la position stratigraphique de *Digonella digona* et formes affines, situées dans le Callovien inférieur dans nos contrées. D'autre part, par exemple au-dessus de Nuits-Saint-Georges, les excellents profils dont la coupe a été rappelée et rapportée, permettent plus spécialement, sur le rebord supérieur du plateau, de saisir le contact Bathonien-Callovien, dans les anciennes carrières; c'est avec la couche N° 6, « Calcaire de Comblanchien » que se termine le Bathonien; les niveaux à Brachiopodes superposés, avec surface taraudée interposée, marquent le Callovien inférieur; il y a d'ailleurs une seconde surface taraudée un peu plus haut. Aux confins de la Côte-d'Or et de l'Yonne, plus spécialement la coupe d'Asnières à Cry, en y ajoutant les nombreux et excellents profils de toutes les carrières visibles jusque dans la région de Fulvy, sur les deux rives, — coupes non rapportées dans ce travail, — le sommet du Bathonien est marqué partout par une surface taraudée au-dessus du massif de calcaires blancs; ce dernier n'a pas toujours le faciès « Calcaires de Comblanchien » compact; il m'a livré des *Orbitammina elliptica* d'ARCH. et N. Sp., en plusieurs points. Partout les niveaux à Brachiopodes, plus spécialement à *Digonella*, marquent le premier niveau callovien; parfois les Brachiopodes ne sont pas très abondants dans le premier banc, comme c'est le cas dans la carrière en bordure de la route d'Asnières, citée dans le travail en question. Les Ammonites sont absentes ou des raretés remarquables dans ce Callovien (et sont jusqu'ici absentes dans le Bathonien régionalement). Il y a encore une surface taraudée au-dessus de ces couches à Brachiopodes. J'aurai à reprendre prochainement la description détaillée de nombreux profils dans le Dogger en partant de ces points pour remonter jusque Neufchâteau (Vosges). On verra partout la présence de couches à Brachiopodes, surtout les *Digonella*, à la base du Callovien inférieur, avec plusieurs surfaces taraudées (j'ai signalé de telles surfaces taraudées aux portes de Châtillon-sur-Seine, me demandant alors s'il n'y avait pas là du Bathonien en minces lambeaux (9 bis). Le fait capital dans ce chainage stratigraphique continu, c'est que l'on retrouvera entre Chaumont et Neufchâteau la même succession lithologique du Callovien inférieur, avec faunes de *Digonella*, cette fois datée de façon indiscutable par des Ammonites - indices calloviennes (9 bis et 10 bis).

Dans cette région des confins Yonne - Côte-d'Or, j'ai récolté de nombreux Brachiopodes dans le Callovien inférieur. (Il se trouve d'ailleurs qu'une révision des faunes de ces niveaux dans le Dijonnais a été fournie récemment: M.

(*) Voir la note à la fin de ce travail.

travail, dans l'Oxfordien inférieur. Dessus, un très mince lit fossilifère a été daté comme la zone à *Quenstedtoceras lamberti*: c'est donc le Callovien supérieur (mis encore dans l'Oxfordien), très riche en Ammonites calloviennes. Puis, toujours en suivant l'ordre ascendant, viennent des niveaux minces, marneux et des lits à oolithes ferrugineuses où on voit quelques faunes d'Ammonites typiquement argoviennes (par exemple des *Ocketoceras*), mêlées à une riche faune à formes qui pour moi (sur l'étude de la faune de ces niveaux le long de toute l'auréole du Jurassique dans l'Est de la France) sont typiquement oxfordiennes; c'est le cas des

BAGUE, Contribution à l'étude des Brachiopodes du Bathonien supérieur et du Callovien de la Côte-d'Or. Bull. Scientifique de Bourgogne, T. XV, 1954 (1955), pp. 213-240, Pl. 2). Miss H. M. MUIR-WOOD a bien voulu examiner mes récoltes afin de les comparer aux faunes anglaises. La plupart de mes déterminations se trouvent confirmées; sauf pour *C. nutiensis* et les formes marquées par +, nos déterminations concordent. On note ainsi: grande carrière de Cry (Yonne): couches marneuses du sommet: Terebratulidae indéterminées ou juvéniles +; *Cererithyris* sp. +, *C. nutiensis* BAGUE; — Grande carrière en face du Port de Fulvy (Yonne): même niveau: Terebratulidae et *Cererithyris* +; *C. nutiensis* BAGUE; *Rhynchonelloidella* cf. *gremifera* S. S. BUCKM. +; — Carrière de la route de Cry à Asnières (Yonne), bordure de la route après le Château: Terebratulidae +; *Rugitela* cf. *umbonella* LAMK. +; *Digonella divionensis* E.E. DESL., cette espèce se trouvant aussi dans les deux affleurements précédents.

Cette faune de Brachiopodes n'a jamais été trouvée dans le Bathonien daté par des Ammonites en Lorraine centrale, pas plus dans le Bathonien des Ardennes, daté comme Bathonien supérieur par une unique Ammonite connue à ce jour, à Poix-Terron (*Clydonoceras*).

Rappelons que, dans ces couches, précisément dans la grande carrière d'Arlot, près de Cry, DUPLESSIS cite une faune variée (2 bis); cet auteur range lui aussi, les horizons nettement du Callovien inférieur dans le Bathonien supérieur. Ceci au lieu d'arrêter le Bathonien avec les calcaires blancs couronnés par une surface taradée. (Comme à Châtillon et vers Neufchâteau, ici aussi, on l'a vu, il y a une surface taradée dans les calcaires du Callovien inférieur, presque aussi nette que celle terminant le Bathonien). Parmi une riche faune, on peut relever, derrière cet Auteur, les formes suivantes, qui caractérisent son niveau à *Eudesia cardioides*: *Zeilleria digona* SOW.; *Dictyothyris coarctata* PARKINSON; *Digonella divionensis* DESL.; nombreuses Rhynchonelles; dans l'extrême sommet des calcaires marneux et « marnes grumeleuses à Pholadomyes », on relève encore: *Zeilleria siddigtonensis* WALK.; *Z. Stephani* ROLLIER; *Z. Coheni* H. et P.; etc...; et *Terebratula richardsoni* MUIR-WOOD; *Ter. globata* SOW.; avec *Phasianella elegans* MOR. et LYC.; *Phol. cor* AG.; *Ph. hemicardia* ROEMER; etc...

Notons que, malgré mes très riches récoltes, dans les diverses carrières des environs et la carrière même d'Arlot, et surtout malgré l'examen de Miss Muir-Wood, une bonne partie de ces formes de Brachiopodes n'a pas été retrouvée, pas même l'espèce établie en Angleterre par la paléontologiste anglaise elle-même. Il faudrait évidemment examiner les propres récoltes de Duplessis pour avoir une certitude à cet égard. Mais le problème stratigraphique n'est en rien changé par ces petites divergences faunistiques.

Cardioceras. Enfin, un peu plus haut, viennent les marnes grises à faune argovienne seule.

Les Auteurs concluent à une lacune de la zone à *Reineckeia anceps* du Callovien moyen, après la « Dalle nacrée » ; le fait n'est pas certain, s'il existe seulement une zone à *Anceps-Athleta* comme l'admettent bien des Auteurs, puisque un niveau à *P. athleta* a été identifié. Quoi qu'il en soit la zone à *Q. Lamberti* est ravinée par les dépôts postérieurs, et par endroits, est complètement demantelée. Les zones à *Quenstedtoceras mariae* et *Cardioceras cordatum* manquent complètement en ce point. Notons que cela peut ne pas paraître rigoureusement certain, ne serait-ce que la citation dans les couches 5-6-7 (p. 167) d'Ammonites « brisées et corrodées, empilées en tous sens », non déterminées. Peu importe d'ailleurs ce détail, le fait général étant l'importance des mouvements épirogéniques à l'origine de ces lacunes et remaniements successifs.

Comme les Auteurs l'admettent, la présence d'*Ocketoceras* dans le minerai, le daterait, comme forme la plus jeune, dans une faune complexe, avec quelques formes oxfordiennes seulement ; d'ailleurs, notons à nouveau que les grands *Arisphinctes* du groupe de *plicatilis* ne sont pas démonstratifs de l'Argovien, cette espèce et ses variétés chevauchant sur l'Oxfordien et l'Argovien (9).

La complexité de la stratigraphie locale est démontrée par la découverte de l'érosion argovienne sur les niveaux inférieurs ; même, un lit à *Pentacrinus* de l'Argovien plus élevé ravine l'Argovien tout à fait inférieur. C'est là le plus intéressant parmi les faits notés puisque l'on retrouve une transgression de l'Argovien sur des termes plus récents comme je viens de le montrer aux limites de l'Yonne et de la Côte-d'Or.

J'ai d'ailleurs démontré antérieurement (10 ter) qu'il y a des traces d'un mouvement épirogénique certain au contact Argovien-Oxfordien (zones à *O. canaliculatum* sur zone à *C. cordatum*), retrouvé ultérieurement, dans tout l'Est du Bassin de Paris ; des observations inédites apporteront un jour tous les détails à ce sujet, trouvés en levant pas à pas tous les profils visibles à ce niveau des Ardennes à l'Yonne.

BIBLIOGRAPHIE

1. COLLOT (L.). — Déroit de Langres. Revision de la feuille de Dijon au 320 000°. Bul. 98 des Services de la Carte Géol. Fr. et Top. Souter., avril 1904, 4 p.
2. COLLOT (L.). — Note sur les *Aspidoceras* du minerai de fer oolithique de la Côte-d'Or. C. R. Somm. Soc. Géol. Fr., 18 mai 1914, p. 93-94.
- 2 bis. DUPLESSIS (L.). — Contribution à l'étude du Bathonien dans la vallée de l'Armançon (Yonne). Cahier des Naturalistes, N.S. 9, F. 5, 1954, pp. 89-92.
3. GARDET (G.) et MAYOT (P.). — Quelques mots sur le Callovien des environs de Cambeaufontaine (Haute-Saône). C.R.S. Soc. Géol. Fr., 20-12-1954, n° 16, p. 415-417.
- 3 bis. GARDET (G.). — Dalle oolithique et dalle nacrée. B. Soc. Sc. Nat. et Arch. Haute-Marne, T. 17, F. 18, 1957, pp. 219-231.
4. DE GROSSOUVRE (A.). — Oxfordien et Rauracien de l'Est et du Sud-Ouest du Bassin de Paris. Bul. Serv. Carte Géol. Fr., n° 58, t. IX, 1897-98, p. 5-10.
- 4 bis. HOUDARD (J.). — Notes sur la faune des minerais de fer oxfordiens de Gigny, Jully et Sennevoy (Yonne). Bull. Soc. Ss. Hist. et Nat. Yonne, 1937, (1939), 16 pp.
5. LAMBERT (J.). — Etude sur le terrain Jurassique moyen de l'Yonne. Bul. Soc. Sc. Historiques et Naturelles de l'Yonne, 1884, 38° vol., 1885, p. 14-175.
6. MARTIN (J.). — Le Callovien et l'Oxfordien sur le versant méditerranéen de la Côte-d'Or. Mém. Ac. Sc. Arts et B. L. de Dijon, 1877, p. 61.
7. MARTIN (J.). — Description du groupe Bathonien dans la Côte-d'Or. Ibid. Partie Sciences (1878), 1879, p. 100 + pl + tabl.
8. MAUBEUGE (P.L.). — Sur l'âge de « l'Oolithe ferrugineuse » du Callovo-Oxfordien de Chaumont (Haute-Marne) à Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or). Bul. Soc. Belge Géol. Pal. et Hyd., t. LXIV, 18 janvier 1955, p. 38-44.
9. MAUBEUGE (P.L.). — Oxfordien supérieur et Argovien dans la région de Chaumont-en-Bassigny (Haute-Marne). Bul. Soc. Sc. Nancy, mars 1956, p. 11-22.
- 9 bis. MAUBEUGE (P.L.). — A propos du Jurassique moyen lorrain: Une défense de la paléontologie stratigraphique. Bull. Soc. Sc. Nancy, mars 1954, 22 p., 1 tabl.
10. MAUBEUGE (P.L.). — Sur l'Oxfordien supérieur et l'Argovien dans l'Est du Bassin de Paris. C.R. Ac. Sc., t 241, 26 septembre 1955, p 812-814.
- 10 bis. MAUBEUGE (P.L.). — Dogger, Kilianines et questions connexes dans la moitié orientale du Bassin de Paris. Bul. Soc. Sc. Nancy, n° 3, 1957, 25 pp.
- 10 ter. MAUBEUGE (P.L.). — Etudes géologiques sur la partie occidentale de la feuille de Toul au 50 000° et en particulier sur les terrains oxfordiens. Bul. Carte Géol. Fr., n° 231, t. XLXIII (1950), p. 77-83.
11. TINTANT (H.) et LARGER (Ch.). — Nouvelles observations sur l'Oxfordien aux environs de Dijon. Bul. Scientifique de Bourgogne, t. XVI, 1955, p. 165-171.
12. WOHLGEMUTH. — Recherches sur le Jurassique moyen à l'Est du Bassin de Paris. Bul. Soc. Sc. Nancy, S. II, t. VI, F. XV, 1883.

NOTES ADDITIONNELLES:

I. — Entre la communication de ce travail et son impression, j'ai eu seulement connaissance d'un travail récent (3 bis) concernant la « Dalle nacrée » de la Haute-Marne.

Pour qui n'est pas au courant des problèmes et des affleurements, il ne peut résulter que confusions inextricables.

Renvoyant à mes démonstrations antérieures, je rappelle que les calcaires blancs à pâte fine, dits « Calc. à *Rhynchonella decorata* » ne peuvent pas être du Bathonien inférieur et moyen, mais du Bathonien moyen et supérieur, et probablement pas non plus inférieur (au sens de l'échelle stratigraphique standard du Bathonien, et non d'une chronologie régionale relative). Donc, comme le fait a été démontré par moi-même pour la première fois, bien que tous les Auteurs continuent à avoir malgré eux, depuis plus d'un siècle, les preuves paléontologiques entre les mains, tous les calcaires entièrement oolithiques (donc de faciès apparemment bathonien), ou de faciès « dalle nacrée », avec ou sans accidents coralligènes, ou encore lits marneux, sont du Callovien inférieur, zone à *Macrocephalus*. La carrière dite de St Blin, où tous ces faciès sont présents côte à côte, dans un horizon daté par plusieurs trouvaillies d'Ammonites calloviennes, démontre parfaitement cette complexité stratigraphique. Toutefois, cette démonstration va contre trop d'idées préconçues, puisique ces faits sont passés sous silence, ou interprétés avec persévérance.

Il est étonnant que la découverte d'une *Reineckeia* à St Blin même en plein dans le massif calcaire du Callovien inférieur (où je sais parfaitement, et je viens encore assez d'insister là-dessus, qu'il existe aussi une surface taraudée), ne permette pas à l'auteur (3 bis) de conclure à l'âge callovien du complexe calcaire marquant la base du Callovien. (Notons en outre au passage que je n'ai jamais placé (comme on peut s'en assurer dans mon mémoire de 1955, Tome 2, page 929, coupe 890), cette découverte ailleurs qu'à l'endroit indiqué, contrairement à ce qui est affirmé; d'ailleurs, en haut ou en bas de la carrière on est dans le Callovien inférieur. Or, la réalité est toute autre que ce que pense et écrit notre collègue; l'Ammonite m'a été donnée (au passage, notons que, ce don étant maintenant contesté, j'ai renvoyé la pièce à son collecteur) avec prière de la déterminer, et expressément citée comme trouvée dans le calcaire oolithique. Cette localisation lui conférerait un réel intérêt stratigraphique. Or, ce bien mauvais fragment d'Ammonite adulte, montrant seulement 4 côtes¹, récemment nettoyé, et sa gangue attaquée, s'est montré inclus dans une roche très caractéristique; le marnocalcaire grisâtre à jaune, plus ou moins spathique, laisse voir par places des oolithes et grosses fausses oolithes ferrugineuses. C'est la gangue même du Callovien moyen, zone à *Anceps*, et la présence d'une *Reineckia* à ce niveau est normale. Car, il y a bien, outre la surface taraudée, entrevue vaguement par notre collègue (p. 220), une surface taraudée terminant le Callovien inférieur, au sommet même de la carrière dans la terre végétale; et le minerai de la zone à *Anceps* affleure dans le champ, sur le replat. Et c'est tellement évident que l'Ammonite, brisée également sur un plan sagittal, repose sur la surface taraudée elle-même, portant des fragments d'Huitres décollées de sur cette surface d'émersion.

Si j'avais pu supposer que cette Ammonite provienne du Callovien moyen, ce qui a bel et bien échappé à mon contradicteur, je ne lui aurais évidemment attaché aucune importance chronologique dans le problème du Callovien inférieur; et il faut bien qu'aucune erreur ne se perpétue à ce propos. Il reste qu'il est intéressant de noter la présence de *R. aff. Spinosa* JEANNET dans le Callovien moyen de la Haute-Marne, forme jamais signalée dans l'Est de la France, ni en France.

En ce qui concerne l'existence de plusieurs surfaces d'émersion dans le Callovien inférieur, il est bon de considérer aussi la grande carrière, située un peu au N-E en bordure de la voie ferrée, avec surfaces taraudées interposées dans le massif; c'est la répétition de la coupe du prétendu Bathonien (de la carte géologique, 2^e Edition Mirecourt) des carrières situées au S-E de Liffolle-Grand, route de Bazailles, que je n'ai pas encore décrites, et qui ont toujours été passées sous silence par les Auteurs; c'est également la répétition du fait, — encore plus près de ce bien mauvais affleurement (3 bis) situé au S-O

de St Blin, décrit on ne peut plus clairement dans ma coupe 891, pp. 929-930, de mon mémoire de 1955, passée évidemment sous silence. [Il faut préciser d'ailleurs que depuis 1956 environ, cette carrière, complètement comblée, est totalement inaccessible]. Dès lors, il ne faut plus s'étonner de voir réapparaître le mythe rétrograde et si commode pour nier l'évidence, des *Macrocephalites* présents dans le Bathonien; le mythe reste inacceptable, même si ces formes sont baptisées « précurseurs », bien que, d'ailleurs, les formes « typiques » du Callovien aient été trouvées, ce qui veut être ignoré.

Un seul problème demeure, quant à la limite supérieure du Bathonien, et je renvoie expressément à mon travail (10 bis), qui précise bien ce problème posé pour la première fois par Wohlge-muth, sans que cet Auteur se rende compte de son importance, puisqu'il signalait là du Bathonien inférieur (équivalent bien précisé des « Caillasses à *Anabacia* » de Lorraine centrale). Ce problème est: y a-t-il des lambeaux marno-calcaires et plus ou moins argileux au-dessus des « Calcaires à *Rh. decorata* », attribuables au Bathonien quel qu'il soit. Bien que je n'ai pas encore décrit la carrière de la Maison Renaud (10 km environ au S-O de Chaumont, Haute-Marne, près Semoutiers), les niveaux franchement argileux couronnant ce calcaire blanc sublithographique m'ont livré des faunes de Brachiopodes calloviens, mais pas d'*Anabacia*. En même position, le niveau équivalent (?) de Chaumont livre des *Anabacia**: allons-nous voir maintenant cette bête fallacieuse voguer dans le Callovien inférieur? Il semblerait que non si *Eudesia Cardium*, etc (in WOHLGEMUTH et GARDET (3 bis)) y existait, puisque cette forme date le Bathonien supérieur; mais il y a *Eudesia* et *Eudesia*. Et surtout, on est inquiet de voir (3 bis) par exemple à Chassigny, dans des niveaux calloviens par leurs faciès et position, à côté de *Digonella* typiquement calloviennes, des Rhynchonelles typiquement bathoniennes et *Catnula Knorri* VOLTZ, en rarissimes exemplaires il est vrai (ce qui donne peut-être la solution du mystère pour qui fait vraiment de la paléontologie stratigraphique); même phénomène peut se retrouver à Piépape (3 bis, p. 228), là, il est vrai, avec des formes bathoniennes moins rares... Je serai curieux de voir si un paléontologiste comme SYLVESTER-BRADLEY, mis en cause d'office, confirme cette présence de *C. Knorri*; on pourra alors seulement avoir des doutes sur la valeur stratigraphique de cette forme que WOHLGEMUTH, vers 1880, croyait avoir identifiée déjà dans le Callovien. Notons enfin qu'il y a plusieurs espèces de *Dicthyothyris* dans le Callovien inférieur des régions Haute-Marne, Côte-d'Or, dont des formes nouvelles à décrire.

2. — Je place ici quelques observations, plus étendues, d'abord incorporées dans le corps principal du présent travail. Il y a environ une dizaine d'années j'observais pour la première fois, avec M. de TORCV, des terrassements préliminaires à une viabilité entre Gourgeon et Combeaufontaine (Haute-Saône). Plus d'une fois j'ai revu cet affleurement qui a été signalé (3) peu de temps après que les travaux définitifs d'élargissement de la route ont été réalisés. A plus d'un titre, il sera intéressant de donner les profils détaillés que j'ai pu lever, car, malheureusement, je ne suis pas d'accord une fois de plus non seulement avec les interprétations mais les observations rapportées. Il n'est pas fait état d'un premier affleurement (côté Ouest) où une formation à *Anabacia*, sur le massif du « Calcaire à *Rh. decorata* », avec surface taraudée interposée, donne une série rigoureusement identique à celle de Chaumont même. Le calcaire oolithique présumé bathonien est en réalité du Callovien inférieur, zone à *Macrocephalus*, et une preuve valable pour un spécialiste est ma découverte dans ce calcaire de *Liostrea alimena* D'ORB.. S'il y a vraiment des *Macrocephalites* (fait théoriquement non impossible vu les remaniements démontrés et certains en quel-

* VI. СТЕПІНСЬКИЙ, Bull. Service Carte géol. Fr., n° 241. T. LII, 1954 (1955), p. 74, cite *Anabacia* cf. *complanata* DEFR. dans le « Bathonien moyen » d'Étrochey (Côte-d'Or), qui est bien du Callovien inférieur.

ques points de la Haute-Marne), à la base de la série marnocalcaire superposée, il n'en est pas moins certain qu'il s'agit du Callovien moyen, zone à *Anceps*, avec, en haut de la coupe, passage à la zone à *Athleta*. La présence de *Creniceras Rengeri* serait un fait important : on aurait la démonstration que le Callovien est totalement atrophique puisque l'Oxfordien serait déjà présent au sommet de la coupe. En tout cas, pour cette partie inférieure de la série callovienne, on retrouve tous les éléments et faciès de la série correspondante sur le front de la cuesta du Jurassique supérieur aux environs de Rimaucourt et Andelot (cf. par exemple coupe 893, de mon Mémoire de 1955, tome 2, Observations géologiques, etc...). Il n'est pas inconsideré d'avancer que l'on retrouve ces faciès, puisque contrairement à ce qui est avancé et souligné (3), on trouve bel et bien les traces de la sédimentation ferrugineuse dans cette zone à *Anceps*; en effet, les marnocalcaires montrent des olithes ferrugineuses sporadiques, mal accusées, parfois de grande taille, mais traduisant bien un type de sédimentation. Ceci achève de ruiner les conclusions stratigraphiques et paléogéographiques originales de ce travail, non relevé à l'époque.

3. — Autrement plus constructif est le travail récent de H. TINTANT: Le Callovien du versant méditerranéen de la Côte-d'Or. C. R. Ac. Sc., pp. 1717-1720, n° 11, 17 mars 1958, T. 246. Il est curieux de constater que l'auteur rejoint une partie de mes conclusions, sans généraliser autant que moi, il est vrai. Les calcaires « Dalle nacrée » sont non seulement de la zone à *macrocephalus*, mais correspondent à tout le Callovien inférieur et moyen, zones à *M. macrocephalus* P. *Koenigi*, et *R. anceps*. Sporadiquement d'ailleurs, notons-le, dans les régions Haut-Marnaises, la zone à *anceps*, montre, elle aussi, des faciès « Dalle nacrée », ferrugineux, non oolithiques, mais exceptionnellement et en taches. Si le « calcaire grenu » à nombreux Brachiopodes dont *Digonella Sowerbyi* ROLL., serait pour cet Auteur du Bathonien supérieur à cause de *Choffatia Subbacteriae* D'ORB. (forme callovienne en Lorraine) et de *Clydoniceras* sp. (ce genre monte-t-il dans le Callovien?), il est bien précisé que le niveau étudié par BAGUE (op. cit), en 1952, où il est signalé une faune d'Ammonites calloviennes avec des *Macrocephalites* est superposé, avec surface taradée intercalée. On aurait ainsi de 3 mètres à quelques centimètres, de « marnes à *Zelleria digona* var. *minor* MARTIN et *Eudesia cardioides* ROLLIER », reposant sur le « Calcaire grenu ».

N'est-ce pas entièrement du Callovien inférieur, avec surface taradée interposée, surface que l'on suit au même niveau depuis Neufchâteau (Vosges), comme le laisserait présumer la faune signalée? L'auteur a vraisemblablement eu sa décision emportée par le *Clydoniceras* sp.; mais quelle est l'extension véritable de ce genre si rare et encore si mal connu biostratigraphiquement?

4. — Pour bien préciser les incroyables divergences de conceptions existant entre les différents Auteurs, notons encore que V. STCHÉPINSKY (Etude de la région située sur le quart SW de la Feuille de Châtillon au 80.000^e; Bull. Serv. Carte Géol. Fr., N° 246, F. A., T. LIII 1954 (1955)) a les conceptions stratigraphiques suivantes quant à la série Jurassique moyen, Jurassique supérieur. Le Bathonien inférieur est représenté par les « Calcaires à *Rh. decorata* » (fossile très rare); le Bathonien moyen correspond au « Calcaire à *Rh. Hopkinsi* » et *Z. digona*, avec *Eudesia cardium* (!) et Polypiers, et les carrières d'Étrochey, que l'on a vu être du Callovien, sont citées à ce propos. On lit textuellement « l'appartenance de ce complexe au Bathonien moyen à *Rh. Hopkinsi*, a déjà été démontrée dans mes notes antérieures »; on cherche toutefois la justification de cette démonstration qui n'est qu'une présomption. Mais où l'affaire se corse, c'est qu'il n'est pas dit s'il existe du Bathonien supérieur et à quoi il peut correspondre, puisqu'on passe tout de suite au Callovien. Et l'Auteur arriverait à séparer le Callovien et l'Oxfordien, présents tous deux uniquement sous le faciès à olithes ferrugineuses (méconnaissance du Callovien inférieur calcaire); aucune précision stratigraphique sur cette question pourtant de grand intérêt pour les spécialistes n'est apportée à ce propos.

**PROPRIÉTÉS GONADO-STIMULANTES
DU COLOSTRUM HUMAIN
ET CRISE GÉNITALE DU NOUVEAU-NÉ***

PAR

Marcel RIBON, Louise PONCET et André VEILLET

Nous avons montré (1) qu'une partie de la gonadotrophine chorionique s'élimine chez la Femme par la glande mammaire et se retrouve dans le colostrum. Nous nous sommes alors demandé si cette gonadotrophine dans le colostrum n'est pas l'un des facteurs de la crise génitale du Nouveau-né.

Bien qu'en général les protéines ne peuvent, sans être hydrolysées, traverser la barrière intestinale, on sait cependant que les anticorps de la mère passent dans le colostrum et se retrouvent ensuite dans le sang du nourrisson. Les globulines du colostrum ne sont pas détruites dans le tractus digestif, les diastases étant inhibées. On peut alors supposer qu'il en est de même pour la gonadotrophine chorionique. Nous avons donc étudié les réactions du Rat (Rat blanc de la race Wistar) après administration parentérale ou digestive du colostrum de Femme du premier jour, le plus riche en principes gonadostimulants.

Action du colostrum sur l'appareil génital du Rat

Nous avons d'abord étudié le pouvoir gonado-stimulant du colostrum du premier jour sur trois portées de 9 Ratons âgés de 10 jours et laissés avec leur mère respective. La première comprend les animaux témoins, la seconde reçoit quotidiennement et par animal une injection sous-cutanée de 1/4 cc d'une solution de gonadotrophine chorionique repré-

* Note présentée à la séance du 17 avril 1958.

(1) *C. R. Ac. Sci.*, 1958, 9, 1458-61.

sentant 10 unités internationales, la troisième reçoit dans les mêmes conditions 1/4 cc par jour de lait du premier jour, coupé d'eau à moitié, représentant à peine 1/4 d'unité internationale. Les animaux sont sacrifiés le lendemain de la douzième injection, à l'âge de 22 jours. Les résultats pondéraux (tableau I) et macroscopiques confirment l'action gonadostimulante indiscutable du colostrum et prouvent que les gonades des Rats sont susceptibles de réagir à la gonadotrophine chorionique.

TABLEAU I

Action comparative de la gonadotrophine chorionique et du colostrum chez des animaux non sevrés

	Mâles			Femelles		
	Témoins	G. chor.	Colostr.	Témoins	G. chor.	Colostr.
Poids final (g) ...	29,5	34	44	28	32,1	39
Ovaires (mg)	—	—	—	14,8	19,2	23,3
Cornes utérines ...	—	—	—	15,9	40	82
• Testicules (mg) ...	141	263	129	—	—	—
Vés. séminales ...	5,9	18,4	13,5			

Injection de gonadotrophine à des Rattes lactantes

Ignorant la présence de gonadotrophine chorionique dans le colostrum ou le lait de Ratte, nous avons pensé que l'injection de gonadotrophine chorionique à haute dose chez des femelles en lactation pourrait engendrer des modifications de l'appareil génital chez les jeunes Rats. S'il en était ainsi, on prouverait, d'une part, le passage de la gonadotrophine dans le lait de l'animal, d'autre part, la traversée de la barrière digestive chez les petits. Cette façon d'opérer reproduirait fidèlement les conditions réalisées chez le nouveau-né humain.

Trois portées sont équilibrées à 10 petits pour chacune: la première sert de témoin; dans la seconde, la mère reçoit dès le lendemain de la mise bas, une injection chaque jour de 50 U. I. de gonadotrophine dans 0,5 cc de solvant; la mère de la troisième portée reçoit, dans les mêmes conditions, une injection quatre fois plus forte, soit 200 U. I. dans 2 cc de

solvant. L'expérience dure 25 jours ; l'examen des petits montre que la gonado stimulation est inexistante (tableau II). Nous sommes donc en mesure de conclure que la gonadotrophine injectée aux mères, ou bien n'est pas passée dans le lait, ou bien n'a pas franchi, en dernier ressort, la barrière intestinale des jeunes Ratons.

TABLEAU II

Injection de gonadotrophine à des Rattes lactantes.
Poids des organes des petits au 25^e jour.

	Mâles			Femelles		
	Témoins	600 U.I.	2 400 U.I.	Témoins	600 U.I.	2 400 U.I.
Poids (10 ^e j.)	13,2	14,5	11,7	13,6	14,1	10,6
Poids (20 ^e j.)	23,1	25,5	22	26	24,3	19,3
Poids (25 ^e j.)	31,2	42,2	27,5	33,6	37	25
Ovaires (mg)	—	—	—	17,6	21,3	12,2
Cornes utérines ...	—	—	—	23,5	24	16,3
Testicules (mg) ..	159,5	263,8	117,7	—	—	—
V. séminales	8,2	8,2	5,7	—	—	—

Introduction de gonadotrophine dans l'alimentation

La gonadotrophine chorionique a été ajoutée à l'alimentation de deux façons.

Dans une première expérience, 19 animaux, âgés de 21 ou 22 jours, sont répartis en un lot témoin et un second dans l'alimentation duquel on incorpore une solution concentrée de gonadotrophine chorionique titrant 150 U. I. par cc. La quantité d'aliment synthétique donné aux animaux des deux lots est la même et chaque animal a, par jour, en moyenne à sa disposition 375 U. I.

Dans une deuxième expérience, de très jeunes Ratons sont nourris par leur mère et reçoivent en supplément au moyen d'un biberon approprié, un mélange de lait de Vache et de gonadotrophine chorionique.

Le tableau III donne les résultats de la première expérience. On n'observe aucune activité gonadostimulante et il en est de même dans la deuxième expérience. L'hormone gonadotrope ne peut donc pas franchir la barrière digestive.

TABLEAU III

Effet de la gonadotrophine introduite dans l'aliment de jeunes Rats.

	Mâles (9)		Femelles (10)	
	Témoins	Expérience	Témoins	Expérience
Poids initial	31,4	33,5	30	30
Poids final	51,4	52,5	41,4	50,2
Ovaires (mg)	—	—	22,7	23,4
Cornes (mg)	—	—	26,1	33,9
Testicules (mg)	342	365	—	—
Vés. séminales	10,6	11	—	—

Il est donc vraisemblable que les propriétés gonadostimulantes du colostrum humain n'interviennent pas dans l'apparition des manifestations cliniques ou gonadiques de la crise génitale du nouveau-né.

**ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE
ET COMPORTEMENT DES EAUX INDUSTRIELLES
ET RÉSIDUAIRES***

PAR

G. NOISSETTE**

L'amélioration constante du matériel, des machines et des procédés industriels a mis en évidence, plus spécialement ces dernières années, l'importance que présentent les qualités ou les défauts des eaux industrielles.

En effet, les particularités de celles-ci se répercutent d'une façon très nette sur l'entretien général de l'installation et sur les rendements des fabrications.

DÉFINITION D'UNE EAU INDUSTRIELLE

On entendra actuellement, par « eau industrielle », toute eau servant aux divers besoins dans une usine ou dans une exploitation de type industriel (hôpital par exemple), à l'exclusion des eaux potables et des eaux pour chaudières, lesquelles subissent un traitement particulier et complet, mais qui ne sont pas employées en volumes très importants.

Les eaux industrielles sont donc essentiellement celles qui vont servir au refroidissement des condenseurs, qui seront le véhicule des calories dans les échangeurs, les compresseurs, qui seront utilisées pour le lavage des gaz, le refroidissement des gazogènes. Elles seront également utilisées, soit aux différents stades de la fabrication, soit pour le conditionnement des produits; et ceci depuis la petite entreprise jusqu'au grand complexe industriel.

Les volumes consommés sont considérables, très souvent de l'ordre de 500 à 1.000 m³/heure, pour atteindre quelquefois, dans des industries grosses consommatrices, plusieurs milliers de m³/heure.

* Conférence donnée le jeudi 17 avril 1958 à la Société des Sciences de Nancy.

** Institut de Recherches Hydrologiques.

On voit donc que la moindre variation de qualité de l'eau, ou des caractéristiques défavorables, va être amplifiée dans son action par ces débits, et aura des répercussions importantes.

L'origine de l'eau employée est diverse, mais pour satisfaire ces débits, on a recours soit directement aux rivières, soit à des puits alluvionnaires à grand diamètre, moins fréquemment à des forages profonds; quelquefois même, des usines riveraines ont directement recours à la mer.

DIFFICULTÉS CAUSÉES PAR LES EAUX INDUSTRIELLES

Outre les problèmes de fabrication, qui sont spéciaux à chaque industrie, un certain nombre de difficultés communes peuvent se manifester. Dans chaque cas, il est nécessaire de situer exactement le problème et de rechercher ses causes et ses méthodes de traitement ou de contrôle. C'est ici que les travaux de laboratoire prennent toute leur importance.

Nous envisageons la série d'ennuis suivants pouvant se produire:

A. — Matières en suspension: leur action au point de vue des dépôts et érosions.

B. — Développement de micro-organismes et algues, à l'intérieur des canalisations ou sur les surfaces d'échange (problème des ferro-bactériacées en particulier).

C. — Entartrage des canalisations par dépôt soit de boues, soit de carbonate ou de sulfate de chaux.

D. — Corrosion des surfaces au contact de l'eau, soit par action du CO_2 agressif et du défaut de dureté de l'eau, soit par action saline (chlorures, sulfates), soit encore par action micro-biologique.

ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET CONNAISSANCE DES EAUX INDUSTRIELLES

Les points principaux qui retiennent l'attention, dans la composition des eaux industrielles et l'appréciation de leur comportement, sont:

1° Les matières en suspension et la turbidité évaluée en grammes d'argile par m³;

2° La valeur du pH;

3° La dureté en degrés français (T.H. total et permanent, et T.A.C.);

4° La salinité, mesurée globalement par le résidu sec ou la conductivité, ou évaluée séparément en ses différents constituants: bicarbonates, sulfates, chlorures, calcium, magnésium, sodium;

5° Les gaz dissous: oxygène - gaz carbonique, avec détermination du CO₂ agressif et étude de l'équilibre des bicarbonates;

6° La teneur en fer;

7° La présence éventuelle de matières organiques ou de micro-organismes.

Cette étude doit permettre d'apprécier les caractéristiques de l'eau et la constance ou l'évolution de celles-ci dans le temps, en fonction des conditions saisonnières ou climatiques. On évalue aux mieux la variation des caractéristiques en les reportant sur un graphique, schématisant ainsi le type de l'eau.

MATIÈRES EN SUSPENSION ÉTUDE - LEUR ACTION

A. — Lorsqu'on prend une eau dans un milieu naturel par pompage (rivière, puits, forage), on entraîne des particules qui peuvent être de trois types:

1. Minérales (quartz, mica, sable, calcaire, oxyde de fer);

2. Particules colloïdales ou sub-colloïdales (argile, matières organiques, débris divers);

3. Micro-organismes, algues, spores, œufs divers.

C'est pourquoi on emploie de façon assez générale la micro-filtration sur tamis rotatif; cette micro-filtration arrête une grande partie des matières en suspension, mais en général seulement celles de diamètre supérieur à 50 ou même 100 microns.

Le premier rôle du laboratoire est: Etant donné une eau déterminée et ses matières en suspension, quel est le type de filtration que l'on doit employer? Quel rendement en atten-

dre? Quelle sera la taille des particules qui passeront à travers celui-ci? Quel sera le colmatage ou la facilité de lavage du filtre? Quelle sera enfin l'action possible des matières en suspension non arrêtées sur les canalisations ou les fabrications?

Suivant leur type minéralogique ou leur type d'organisation, elles vont se manifester de différentes façons:

a) Si l'on a affaire à des grains de quartz ou de minéraux durs, il apparaît souvent une abrasion des pompes et une érosion nette dans différents endroits des canalisations (coudes). Il arrive même que pour des particules de 20 à 30 microns, on ait une érosion nette de l'entrée des tubes de condenseurs à vitesse de circulation élevée. Pour des particules de 60 à 100 microns de diamètre, on peut même compromettre le fonctionnement de petites vannes en bronze.

b) Si l'on a affaire à des argiles colloïdales ou presque, elles passent à travers les filtres, et on peut croire, étant donné leur état physique particulier, qu'elles n'auront aucune action. Or, sous certaines influences (élévation de température, perte de charges électriques), elles s'agglomèrent, grossissent et collent aux parois (boues) en augmentant les pertes de charge; elles peuvent également former des dépôts pouvant être brutalement remis en suspension par de petits coups de bélier.

On voit donc qu'il y a là, avec le temps, une diminution de la capacité de transport des canalisations et une diminution de la capacité de transfert des échangeurs.

c) Les matières organiques dissoutes ou en suspension favorisent le développement d'algues ou de mucus dans les circuits.

Par suite de l'élévation de température de l'eau ou au contact de certaines parois, il se produit une floculation et un dépôt ou accrochage de ces matières sur les parois.

Non seulement ces dépôts sont gênants au point de vue transmission calorifique, mais ils favorisent également les phénomènes de corrosion en créant des zones d'aération différentielle.

Pour toutes ces raisons, on voit donc qu'il n'est pas suffisant, pour une eau industrielle, d'exprimer les matières en

suspension par leur poids en grammes par mètre cube, ou leur taille en microns. Mais il faut également que le laboratoire détermine, par *examen microscopique*, la *nature* de ces matières en suspension, prévoie leur comportement, leur action, et puisse donner la méthode de traitement de l'eau pour contrôler ces phénomènes.

LUTTE CONTRE LA CROISSANCE D'ALGUES OU DE MICRO-ORGANISMES DANS LES CIRCUITS

La croissance des micro-organismes dépend des conditions biologiques et chimiques du milieu, en particulier de la présence de lumière, de la teneur en oxygène dissous, de la quantité de sels minéraux dissous (dérivés de l'azote en particulier, sous forme de nitrates ou de sels ammoniacaux) et de matières organiques colloïdales. Ces conditions règlent l'abondance et le type d'algues susceptibles de se développer.

Pour les eaux de surface, et en présence de lumière, dans les canaux, les bacs de décantation, les tours de refroidissement à cascade, etc...., il peut se produire des développements d'algues vertes, se présentant sous forme de tapis plus ou moins filamenteux. Ces algues sont extrêmement variées comme espèces: *Pleurococcus*, *Botryococcus*, *Chladophora*, *Ulothrix*, etc... En même temps que ces algues vertes, il peut également se produire des développements de diatomées (*Navicula*, *Cymbella*, *Synedra*...)

Pour les eaux polluées principalement par les matières organiques des égouts urbains, ou les eaux de puits alluvionnaires souillées par des industries, dans des conditions anaérobies facultatives et en l'absence de lumière, il se forme des masses gluantes grisâtres ou blanchâtres, pouvant prendre un grand développement, et analogues à celles que l'on rencontre dans les égouts ou les ruisseaux très pollués. Elles sont formées par des algues de la famille des Schizomycètes; souvent par *Sphaerotilus natans*, ou *Dichotoma*, et par des *Beggiatoacées*, ou des champignons tels que *Leptomitius lacteus*.

Tous ces développements augmentent d'importance quand il se produit une légère élévation de température, comme par

exemple dans les circuits d'eau de refroidissement des condenseurs de centrales. On a vu le rendement de condenseurs diminuer de façon nette par leur présence.

Enfin, dans diverses régions, des industries sidérurgiques et des raffineries ont souvent été gênées par un grand développement, dans les canalisations, de petits mollusques ayant jusqu'à plusieurs centimètres de longueur, et surtout par de petites moules d'eau douce. Il faut signaler également la détérioration, par des champignons, des lattes de bois des tours à ruissellement.

Quels sont les moyens de lutte contre ces organismes ?

Il semblerait qu'il soit facile de les détruire, étant donné que l'on dispose actuellement d'un arsenal très complet d'herbicides, fongicides, bactéricides. Or, lorsqu'on doit employer ces produits d'une façon continue, il faut penser que l'eau industrielle, après son emploi, sera rejetée dans un cours d'eau, et que l'on pourrait y altérer gravement la vie des organismes végétaux et des poissons. D'autre part, l'eau industrielle peut se trouver en contact avec des produits susceptibles d'être consommés (industries alimentaires), et enfin, il est nécessaire de faire intervenir le prix de revient du traitement au mètre cube d'eau.

La première ligne de conduite essentielle est de prendre un produit chimique inoffensif pour l'homme et la vie aquatique, et de prix abordable. Le premier algicide employé a été le sulfate de cuivre. Or, si certaines algues sont détruites par 0,5 mg/litre de SO_4Cu , d'autres sont infiniment plus résistantes. C'est ainsi que *Beggiatoa* nécessite 5mg/litre, *Endorina* et *Pandorina* 10 mg/litre. De toute façon, on est très près des limites admises pour la vie aquatique avec 0,4 - 0,5 mg/litre, alors que très souvent il faudrait au moins aller jusqu'à 1 mg/litre pour avoir la dose efficace.

Le sulfate de cuivre présente en outre l'inconvénient d'avoir une efficacité moindre dans les eaux dures que dans les eaux douces, car avec les eaux riches en HCO_3^- , il donne un précipité de carbonate de cuivre, et les ions Cu^{++} sont ainsi soustraits au milieu. Il faut donc savoir déterminer le type d'algue à détruire, et sa résistance au sulfate de cuivre.

D'assez nombreux succès ont été enregistrés avec SO_4Cu

pour les algues vertes, dans des décanteurs statiques, des réservoirs à l'air libre, des rigoles ou canalisations d'amenée de l'eau, ou des tours de refroidissement à cascade.

Cependant, le manque d'action du sulfate de cuivre aux doses considérées, vis-à-vis de certaines algues vertes, et surtout vis-à-vis des algues grises et blanchâtres (*Sphaerotilus*, *Beggiatoa*) des eaux très polluées, a nécessité l'étude d'autres produits et le recours à d'autres méthodes plus actives.

On s'est alors adressé aux composés d'ammonium quaternaire, qui ont été employés avec succès dans un certain nombre de cas pour lutter contre des algues filamenteuses vertes, ou relativement résistantes aux algicides classiques. On a également essayé le pentachlorophénate de sodium, qui avait été décrit comme très toxique pour de nombreuses algues, mais peu sûr pour le traitement d'eaux susceptibles d'entrer en contact avec des aliments. Cependant, une concentration de 1,5 mg/litre ne retarde que temporairement la croissance de nombreuses algues, et il est sans effet sur l'algue verte *Chlorella*.

La cuprichloramine a également été mise en œuvre.

Quel est donc, à l'heure actuelle, le traitement le plus généralement efficace? C'est la surchloration intermittente, avec emploi additionnel éventuel du bioxyde de chlore en petite quantité, celui-ci étant reconnu comme un algicide général très actif.

La chloration continue à faible dose avait d'abord été employée, à raison de quelques dixièmes de mg/litre, mais on s'est vite rendu compte que, malgré la dépense d'une quantité de chlore importante dans le temps, les résultats n'étaient pas toujours excellents. En effet, les matières organiques et les produits réducteurs présents dans l'eau consommaient du chlore pour leur dégradation, et la concentration nécessaire en chlore n'était souvent pas atteinte.

Il fallait donc d'abord établir la « demande en chlore » de l'eau nécessaire pour les matières organiques présentes, puis appliquer une marge en excès pour atteindre les micro-organismes. Les travaux des chercheurs ont permis de dégager ce qu'on appelle le « point critique de chloration ». Ce

point critique détermine la quantité de chlore, — c'est-à-dire d'acide hypochloreux, — nécessaire pour dégrader les matières organiques colloïdales, et permettre l'application d'une dose de chlore algicide en excès, stable pendant un temps suffisant pour détruire les micro-organismes.

On réalise pratiquement, sur l'eau à traiter, un graphique de chloration, de la manière suivante: on applique des doses croissantes de chlore par fraction de mg/litre, puis, après 30 ou 60 minutes de contact, ou plus, on dose le chlore résiduel. Le graphique « chlore résiduel » en ordonnées — « chlore ajouté » en abscisses montre d'abord une croissance du chlore résiduel, puis le passage de celui-ci par un minimum plus ou moins accusé, ou un palier, avant une montée définitive. C'est ce minimum qu'on appelle le point critique de chloration. Il faut se placer légèrement au delà pour être certain d'avoir la dose suffisante (quelquefois jusque 6 mg/litre).

Cette surchloration est appliquée d'une façon intermittente, de 5 à 15 minutes toutes les quatre heures, ou même moins; suivant l'état de l'eau et les conditions d'exploitation, cette « poussée » de chlore peut n'avoir lieu que toutes les 6 ou 24 heures seulement. Cette « surchloration par poussées » entraîne à la longue une économie de chlore considérable par rapport à la chloration en continu. L'eau de chlore est fabriquée à faible débit et est rassemblée dans un réservoir qui, lorsqu'un certain niveau est atteint, se déverse brusquement, par un dispositif de siphon, dans le circuit d'eau aussitôt avant les pompes, ou juste avant les réfrigérants. Il se produit ainsi, dans les circuits, la « pointe » de chlore désirée, qui détruit de façon certaine toute vie biologique. Lorsque la fréquence des injections de chlore est plus espacée, on prend un système de pompes d'injection à débit réglable.

Dans ce procédé, il ne se produit pas de corrosions notables, car l'eau de refroidissement non chlorée entraîne de façon quantitative le chlore actif en un temps court. Cependant, il faut remarquer que dans la formation d'acide hypochloreux, il se produit une quantité équivalente d'acide chlorhydrique; ces deux acides doivent être neutralisés par l'eau, le plus souvent par les bicarbonates, avec déplacement de gaz carbonique. On doit donc, par des essais et par le calcul,

vérifier si l'on ne rend pas l'eau trop « agressive » vis-à-vis des matériaux ferreux en particulier.

Enfin, dans des cas très rares, certaines spores reproductrices peuvent encore être imparfaitement détruites. On a alors recours, avec succès, au bioxyde de chlore ClO_2 . Celui-ci se prépare à partir du chlorite de sodium, NaClO_2 , et d'une solution d'acide, soit chlorhydrique, soit hypochloreux.

Sa préparation et son maniement sont très délicats, car le chlorite de sodium peut donner des explosions en présence de matières organiques. De toute façon, les doses de bioxyde employées sont toujours faibles, de l'ordre de 0,10 - 0,25 mg/litre.

Appliqués dans plusieurs cas (refroidisseurs de gaz, condenseurs, dans des cokeries ou autres industries), ces procédés ont donné satisfaction.

PROBLÈME DES EAUX FERRUGINEUSES ET DES FERRO-BACTÉRIACÉES

Les eaux superficielles étant en général assez aérées, elles ne se montrent pas comme ferrugineuses au sens strict du terme, puisqu'il y a incompatibilité entre l'oxygène et les sels ferreux dissous. La grande oxydabilité de ceux-ci les transformerait immédiatement en sels ferriques insolubles, qui se sépareraient de la phase aqueuse.

Les eaux que l'on rencontre naturellement ferrugineuses sont surtout des eaux de niveaux aquifères alluvionnaires exploités par puits. Ces eaux sont souvent enrichies en matières organique colloïdales, elles sont très pauvres ou sans oxygène, ce qui permet à des sels ferreux, tels que le bicarbonate ferreux ou le sulfate ferreux, d'exister en solution. De telles eaux, dès leur contact avec l'air, se troublent et donnent des louches ou précipités de sels ferriques. Pour éliminer le fer, il suffit de faire une aération énergique suivie d'une filtration.

Malheureusement, dans la pratique des eaux industrielles, une déferrisation n'est pas toujours reconnue utile, parce que la dose de fer présente peut être faible, 0,4 à 0,7 mg/litre, et que l'on néglige les inconvénients qui peuvent en résulter.

C'est là que vont intervenir les ferro-bactériacées qui, lorsqu'elles trouvent un milieu favorable, vont proliférer dans les canalisations, provoquer des dépôts et des enrichissements en oxydes de fer.

Ces organismes sont des algues microscopiques, du type des Schizomycètes. Ce sont des organismes qui sont autotrophes et se satisfont de conditions de milieu très pauvres pour leur croissance.

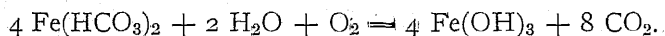
— Elles peuvent se développer en l'absence de matières organiques, en prenant le CO_2 de l'eau comme source de carbone.

— Elles se satisfont d'une température même basse.

— Toute l'énergie nécessaire à leur développement est fournie par l'oxydation de Fe^{++} en Fe^{+++} .

— La source d'oxygène peut être constituée par des traces d'oxygène présent, par des nitrates en petite quantité, ou même par des composés oxygénés.

Dans le cas de la présence de bicarbonate ferreux, on a



Ces processus exothermiques, et la croissance des algues, ont été étudiés depuis longtemps par WINOGRADSKY, CHOLODNY et MOLISCH.

Les principales bactéries ferrugineuses sont:

— Siderocapsa, se présentant en petites sphères microscopiques;

— Galionnella major ou ferruginea (petits rubans torsadés);

— Crenothrix polyspora et Leptothrix ochracea, présentant de grands développements filamenteux enrobés d'oxyde de fer hydraté, qui est le résidu de leur croissance.

On les détermine facilement par observation microscopique sur des lames où l'on a fait une préparation. Lorsqu'elles sont peu abondantes, et qu'on soupçonne leur présence, on peut faire des cultures sur un milieu spécifique avec des sels ferreux organiques, pour les déceler.

Nous avons vu que ces bactéries ferrugineuses ont besoin de fer ferreux pour se développer. Elles le trouvent lorsqu'il préexiste dans l'eau, mais elles le trouvent également lors-

qu'il se produit des phénomènes de corrosion de canalisations en l'absence d'oxygène dissous (corrosion saline par exemple). Et c'est là justement qu'on prend conscience de l'importance de ces organismes Ferro-bactériacées, car vis-à-vis du phénomène de corrosion, ils jouent le rôle de dépolarisant, et permettent à la corrosion de continuer, et même de s'accélérer.

Les bactéries du fer s'accrochent aux parois des canalisations et sur les surfaces métalliques, où elles forment des amas et des boues. Elles sont décrochées par de petits coups de bélier et entraînées par l'eau sous forme de paquets d'hydroxyde ferrique. Là encore, on mesure les dégâts dus à leur présence, dans les blanchisseries, teintureries, papeteries, etc...

Il faut mettre au point une question de terminologie. En effet, dans les services d'eaux de distribution et d'usines, il nous est arrivé très fréquemment d'entendre parler à tort de « bactéries ferrugineuses ». On désignait sous ce nom des champignons durs ou des croûtes d'oxyde ferrique, résultant de différents phénomènes de corrosion, et tapissant les parois intérieures des canalisations. L'oxyde ferrique fabriqué par les ferro-bactériacées peut évidemment durcir lentement et former des dépôts cohérents en champignons ou plaquettes, mais initialement, les développements d'algues sont toujours filamenteux et boueux. On ne peut donc parler de bactéries ferrugineuses qu'après en avoir vraiment fait l'identification au laboratoire.

Quels sont les moyens de lutte dont on dispose ?

1° L'aération de l'eau et la déferrisation, pour ne laisser que peu ou pas de fer dans l'eau. Mais les dimensions et l'exploitation de l'installation peuvent augmenter dans des limites inadmissibles le prix du mètre cube d'eau, et l'élimination du fer peut être insuffisante.

2° Purge des canalisations, avec stérilisation énergique par surechloration comme pour les algues du chapitre précédent. Comme un certain nombre d'algues ferrugineuses se reproduisent par spores, il est recommandé d'adjoindre, au chlore de stérilisation, du bioxyde de chlore pour détruire certainement toutes les végétations. La chloration a besoin

d'être moins fréquente que dans le cas d'algues grises, les bactéries ferrugineuses se développant moins vite.

Enfin, il faut faire une mention spéciale pour les sels manganéux. Certains micro-organismes analogues aux précédents vivent sur le manganèse divalent éventuellement présent dans les eaux naturelles d'alluvions, et provoquent des dépôts noirâtres extrêmement gênants de $Mn_2O_3 \cdot x H_2O$. La démanganisation est moins facile que la déferrisation, mais heureusement le cas du manganèse est assez peu fréquent.

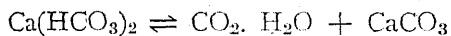
PROBLÈME DES TARTRES ET DÉPÔTS

L'alimentation difficile, ou l'absence complète de sources sûres d'eau douce, ont fortement augmenté l'emploi de circuits d'eau de refroidissement, où l'eau est réutilisée dans toute la mesure du possible. Les systèmes à circulation unique, où l'eau de refroidissement n'effectue qu'un seul passage à travers les échangeurs de chaleur, ne peuvent être utilisés maintenant que là où de grands lacs ou rivières, ou même les mers, assurent une alimentation illimitée en eau froide.

Les circuits d'eau de refroidissement peuvent être rangés dans deux grandes classes générales: le système ouvert, où le refroidissement se fait par évaporation d'une partie du courant d'eau, et le système fermé, où le refroidissement a lieu dans un radiateur ou autre échangeur de chaleur clos.

Toutes les eaux industrielles sont destinées à subir à un moment donné, une élévation de température.

La formation de tartre dépend essentiellement de l'équilibre des bicarbonates de calcium:



L'étude de cet équilibre montre que pour chaque concentration en bicarbonate de calcium et à chaque température, la présence d'une certaine quantité, bien définie, de gaz carbonique dissous est nécessaire pour stabiliser les bicarbonates. Ce gaz carbonique physiquement dissous, nécessaire à l'équilibre, est appelé « gaz carbonique équilibrant ».

Si initialement les eaux sont en équilibre dans leur gîte géologique, par rapport au pH, à la dureté, à l'alcalinité bi-

carbonique, et aux différentes formes du CO_2 , l'élévation de température va détruire l'équilibre, et il y aura, le plus généralement, dépôt de carbonate de calcium. Cette précipitation est le plus marquée dès que l'on dépasse 10 degrés français de dureté. Les pertes de CO_2 équilibrant par pompages et brassages répétés, conduisent également à un dépôt de carbonate de calcium.

Il peut aussi, dans de rares cas, se produire des dépôts de sulfate de calcium, dont la solubilité décroît assez nettement lorsqu'on dépasse 50° C. Par contre, les sels de magnésium sont bien plus stables et plus solubles que ceux de calcium. Le problème des entartrages se ramène donc pratiquement à l'étude des conditions de précipitation du carbonate de calcium. Dans ce qui va suivre, nous nous occuperons plus spécialement des eaux de refroidissement, type « eaux de refroidissement de condenseurs », de réfrigération dans les raffineries ou les usines de produits chimiques, ces circuits étant des circuits ouverts.

L'eau des circuits fermés (chemises de compresseurs, Diesel, etc...) fait l'objet d'une préparation analogue à celle des eaux de chaudières, puisqu'il y a peu de perte de fluide.

Revenons aux eaux de réfrigération en circuit ouvert et aux conditions quelles doivent remplir :

— ne pas abaisser les taux d'échange de chaleur dans les divers appareils par entartrage ;

— ne pas attaquer exagérément une partie quelconque du circuit de refroidissement.

Lorsqu'on détermine le meilleur mode de traitement de l'eau de refroidissement pour une application donnée, le côté économique joue un rôle important. Si l'on ne mettait pas en œuvre de grandes quantités d'eau, il serait possible de prescrire un type de traitement donnant une eau de refroidissement idéale pour toutes applications. Cependant, le coût des appareils et des réactifs serait prohibitif pour l'installation usuelle.

Le volume d'eau à traiter, dans le système à circulation ouverte, est égal à la quantité perdue par évaporation dans la tour de refroidissement, plus l'eau entraînée au dehors (pertes dues au vent), plus la quantité intentionnellement vi-

dangée du système pour ne pas dépasser la limite voulue de concentration dans le circuit.

On admet que l'évaporation représente 1 % du taux de circulation par 5 degrés de refroidissement. Les pertes dues au vent varient de 0,2 à 1 %.

TRAITEMENTS SPÉCIFIQUES DE L'EAU

Il faut prévoir des éprouvettes témoins en certains points des circuits, pour juger du comportement de l'eau vis-à-vis des matériaux de canalisations.

PRÉVENTION ET TRAITEMENT CONTRE L'ENTARTRAGE

L'entartrage est fonction des zones de température, et il n'est pas rare de trouver du métal propre, parfois en cours de corrosion, à l'entrée de l'eau de refroidissement, avec un fort entartrage à la sortie de l'échangeur tubulaire, où la température est la plus élevée. On peut adoucir l'eau partiellement à la chaux jusqu'à 15-20 degrés, et on la stabilise à la sortie avec un peu d'acide, ou même des gaz de combustion judicieusement dosés (CO₂).

La question qui se pose est de savoir s'il se formera ou non du tartre.

Un des meilleurs guides en la matière est l'indice de saturation de LANGELIER en fonction de la température d'emploi de l'eau :

$$I = \text{pH}_r - \text{pH}_s,$$

où $\text{pH}_r = \text{pH}$ réel de l'eau,

$\text{pH}_s = \text{pH}$ d'équilibre en présence d'un excès de CaCO₃.

I supérieur à 0 indique une tendance au dépôt de tartre,

I inférieure à 0 indique une tendance à dissoudre un tartre déjà formé.

Il existe des nomogrammes et des règles à calcul pour déterminer rapidement cet indice.

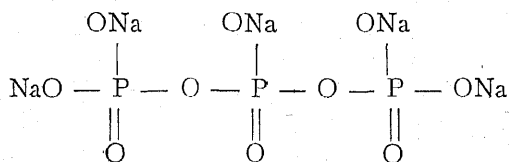
Un indice supérieur à 0 indique une tendance à l'entartrage, mais n'est pas une mesure de la vitesse du dépôt de celui-ci. Il ne faut pas oublier, en calculant l'indice de LANGELIER, que c'est la température et l'analyse de l'eau de re-

froidissement « en circuit » qui importent, et non pas celles de l'eau d'appoint traitée.

Un mode de traitement largement employé consiste à abaisser l'alcalinité par simple traitement par un acide, sans aucun adoucissement. Ce procédé est applicable à des eaux de dureté modérée et d'alcalinité élevée, ne nécessitant pas de clarification. Le coût du traitement est nettement moins élevé que les autres, mais il faut faire rigoureusement attention au dosage en acide, au contrôle de l'eau, à la teneur en sels dissous, sans quoi on risque de sérieux ennuis dus à l'agressivité de l'eau par un excès d'acide éventuel, en passant au stade de corrosion.

TRAITEMENT ÉVENTUEL PAR LES POLYPHOSPHATES

Certains composés de poids moléculaire élevé, comme les polyphosphates, ajoutés à l'eau, ont le pouvoir empêcher les sels de calcium de précipiter. On dit que le calcium est « complexé » ou « séquestré ». Les polyphosphates sont des composés à chaînes linéaires plus ou moins longues, de formule générale $P_2O_7Na_4.(PO_3Na)_n$. Le premier vrai représentant est le tripolyphosphate, $P_3O_{10}Na_5$:



Il existe des tétra-, pentapolyphosphates, etc...

Les polyphosphates s'hydrolysent lentement en solution, avec formation de composés de moins en moins condensés, puis de pyrophosphates, le terme final étant l'orthophosphate. La vitesse d'hydrolyse dépend du pH et de la température: elle est très lente vers 30-40°, lente de 50 à 80°, rapide à 100°, et extrêmement rapide au-dessus de 130°.

On voit donc tout l'intérêt de ces produits dans les eaux industrielles de température de 30 à 40°, où ils seront pratiquement stables. Ils vont permettre de stabiliser le calcium,

d'empêcher les entartrages et les post-précipitations après traitement à la chaux non stabilisé.

Il ne faut ajouter les polyphosphates qu'après les épura-teurs; introduits avant, ils empêcheraient les réactions d'adoucissement de se produire.

Avec des eaux naturelles de dureté peu élevée (20 à 30 degrés français), le seul traitement aux polyphosphates est souvent très nettement suffisant.

Les quantités de polyphosphates employées sont extraordi-nairement faibles. C'est pourquoi on parle de « traitement de seuil » ou de « traitement limite » : 2 à 3 grammes par m³ sont suffisants pour des eaux jusqu'à 35 degrés français de dureté. Le problème a été très étudié à l'étranger. On prétend qu'avec 2 mg/litre de polyphosphate, on peut stabiliser des eaux de :

1 gramme de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	à 40° C.,
700 mg	» 60° C.

Quoi qu'il en soit, on ne demande pas des performances aussi élevées dans la pratique des eaux industrielles.

Dans une canalisation entartrée, lorsqu'on fait circuler de l'eau traitée au polyphosphate, on peut arriver à détacher les tartres anciens sous forme d'écailles. Cette rétrograda-tion des tartres est lente en général, mais peut provoquer la désagrégation sous forme d'écailles. Elle doit donc être sur-veillée de près.

Le fait surprenant est la disproportion qui existe entre la quantité de calcium stabilisée et la quantité infime de poly-phosphate. Ceci s'explique par une action de film de poly-phosphate qui enrobe les germes cristallins et les empêche de grossir.

On voit donc, par ce court exposé, tout l'avantage que l'on peut retirer aujourd'hui de l'emploi de ces produits dans les eaux industrielles.

Signalons pour terminer que les polyphosphates com-plexent également les petites doses de fer jusqu'à 0,7 - 0,8 mg/litre, et suppriment en grande partie les inconvénients dus au fer dans certaines industries textiles ou alimentaires.

Contrairement à certaines affirmations, il n'y a pas de procédés passe-partout pour le traitement des eaux industrielles. Et il est de loin préférable de procéder chaque fois à une étude de laboratoire du comportement de l'eau par rapport aux canalisations et aux matériaux.

PROBLÈME DES CORROSIONS PAR LES EAUX INDUSTRIELLES

Ce problème est extrêmement important, non seulement par suite des conséquences pour l'entretien des installations, mais aussi par les répercussions immédiates que les qualités de l'eau, après phénomènes de corrosion, peuvent avoir dans certaines fabrications (industries alimentaires, blanchisseries, papeteries, etc...).

L'étude de la corrosion par les eaux est extrêmement complexe, ces phénomènes étant souvent la résultante de plusieurs causes, et nécessiterait de très longs développements. Nous ne pouvons ici qu'évoquer brièvement quelques-uns de ses aspects principaux.

Etant donné les volumes d'eaux considérables mis en œuvre dans les circuits ouverts, il n'est presque jamais possible économiquement d'amener l'eau à l'équilibre par un traitement approprié.

Par contre, lorsque l'eau travaille en circuit fermé, avec des pertes négligeables, il est facile de l'amener à l'équilibre, de la traiter complètement, et de donner à l'eau d'appoint les qualités nécessaires.

D'une façon générale, on peut envisager le problème des corrosions dans les eaux industrielles de la façon suivante:

1° Détermination des caractéristiques physico-chimiques de l'eau pour connaître son comportement vis-à-vis des matériaux dans les conditions d'emploi (température, vitesse de circulation, etc...).

2° Choix des matériaux pour que, dans les conditions ci-dessus, ils résistent à l'action agressive de l'eau; ou encore, sur un matériau habituel, choix du revêtement de protection ou du traitement superficiel.

Il faut noter dès maintenant que l'étude physico-chimique de l'eau met en évidence deux sortes de caractéristiques:

- a) Celles responsables des phénomènes de corrosion (H^+ - CO_2 agressif - salinité, etc...).
- b) Celles qui régissent la vitesse et le type d'évolution (température, gaz dissous, matières organiques, etc...).

Principaux types de corrosions

1. Eaux douces agressives

Les caractéristiques physico-chimiques responsables de la corrosion sont: pH légèrement acide - absence de minéralisation (pouvoir ionisant de l'eau pure) - dureté faible, inférieure ou égale à 10 degrés français - présence de CO_2 agressif.

Les eaux douces agressives ont une action générale sur les matériaux suivants: ciments - bétons - métaux ferreux et non ferreux.

Lorsqu'on est en présence d'oxygène dissous, et uniquement pour les métaux, il peut se former assez rapidement une couche d'oxyde insoluble, suffisamment complète pour être au moins partiellement protectrice. A cet égard, les cas du plomb, du fer, de l'aluminium, du zinc, sont caractéristiques.

Les champignons d'oxyde qui se forment parfois sont assez importants pour augmenter notablement les pertes de charge, mais sans altérer d'une façon sensible la résistance mécanique avant un temps suffisamment long. D'assez nombreux industriels ont à leur disposition (du moins dans l'Est de la France) des eaux douces agressives. La pratique montre que l'absence de minéralisation présente souvent tellement d'avantages que l'on préfère composer avec les phénomènes d'agressivité par un certain nombre de précautions ou des traitements localisés.

2. Eaux moyennement dures et agressives

C'est le cas des eaux bicarbonatées calcaïques de dureté ayant une valeur de 15 à 20 degrés français, et possédant une charge en CO_2 agressif.

Si ces eaux présentent une teneur normale en oxygène dissous, lors de leur action agressive sur des métaux (et en particulier les métaux ferreux), il y a rapidement formation d'une mince couche imperméable rouille-calcaire, qui stoppe pratiquement la corrosion.

3. *Eaux adoucies*

Lorsqu'une eau bicarbonatée calcique de dureté moyenne est adoucie par un échangeur d'ions travaillant en cycle sodique, le bicarbonate de calcium est remplacé par du bicarbonate de sodium, et on obtient une eau sans dureté. Mais le gaz carbonique équilibrant qui était présent (souvent en quantité de 20 à 30 mg/litre) devient intégralement du CO₂ agressif, et ces eaux adoucies deviennent nettement corrosives. Il est donc absolument nécessaire de les dégazer aussi parfaitement que possible.

4. *Eaux salines* (chlorure de sodium)

On assiste à une corrosion électrochimique classique vis-à-vis des métaux, qui devient très nette dès que la teneur de 250 à 300 mg/litre en ions Cl⁻ est atteinte, et ceci, même à des températures basses de 10 à 15° C.

5. *Eaux sulfatées*

La présence d'ions SO₄⁼ rend ces eaux dangereuses à partir d'une concentration de 400 à 500 mg/litre. Vis-à-vis des métaux, on assiste à une corrosion électrochimique, et vis-à-vis des ciments Portland, à la formation d'un sulfo-aluminate cristallisant avec 31 H₂O, et dénommé « bacille du ciment ». D'où la nécessité d'employer un ciment sursulfaté pour provoquer la formation de ce sel dès la prise.

A signaler également l'apparition possible de corrosions anaérobies par piqûres, sous des tartres sulfatés.

6. *Corrosion par dégazage de l'eau*

Lorsqu'une eau chargée en CO₂ dissous stagne dans une canalisation et subit une élévation de température, la solu-

bilité des gaz diminue. Ceux-ci se dégagent et tapissent l'intérieur des canalisations de bulles représentant une micro-atmosphère enrichie en CO_2 , et formant un milieu éminemment agressif.

De même, il peut se produire, par variation répétée de pression (diminution), un dégazage avec formation de bulles. On a le phénomène de cavitation. Ces bulles de gaz, enrichies en CO_2 , provoquent également des corrosions par aération différentielle.

Le phénomène se présente sous forme de cavités ou cratères progressant avec une grande rapidité. C'est un phénomène bien connue près des stations de pompage, ou sur les circuits comprenant un appareil hydraulique.

7. *Corrosion par voie microbiologique*

Dans une eau contenant des sulfates en quantités notables, et lorsqu'on est en l'absence d'oxygène (milieu anaérobie général ou localisé), il peut se développer des colonies de *Sporovibrio desulfuricans*. Ce germe microbien réduit les sulfates à l'état de sulfures, avec formation concomitante de H_2S . On assiste alors à des corrosions localisées extrêmement rapides, sous forme de cratères ou de piquûres. Pour que ces *Sporovibrio* se développent au mieux, il existe un certain nombre de conditions biologiques, et en particulier la présence d'une petite quantité de matières organiques.

Ce phénomène peut se rencontrer dans des eaux de forages profonds, ou d'alluvions privés d'oxygène, et ceci pour certains niveaux géologiques.

Rappelons également ici l'action des ferro-bactériacées sur l'évolution des phénomènes de corrosion.

CONCLUSIONS

Toute cette énumération montre la variété et la complexité des phénomènes de corrosion, qui sont souvent dus à la convergence de plusieurs causes. Par exemple dans les eaux sulfatées anaérobies, action commune d'un phénomène électrochimique (ions $\text{SO}_4^{=}$) et d'un phénomène microbiologique (*Sporovibrio*).

On voit donc par là qu'il faut aborder les questions de corrosion avec un esprit très ouvert, et absolument libre d'idées préconçues quant à l'importance d'un type de phénomène plutôt que d'un autre; que par ailleurs, il faut se placer suffisamment au-dessus du problème pour non seulement trouver les causes, mais aussi les paramètres guidant l'évolution des corrosions.

MOYENS CHIMIQUES EMPLOYÉS DANS LA DÉTECTION DES POLLUTIONS CRÉÉES PAR LES EAUX RÉSIDUAIRES

On a l'habitude de désigner sous le nom de « pollution d'un cours d'eau » des phénomènes très différents. Nous allons d'abord essayer de les classer, en tenant compte de l'action produite sur la vie aquatique. Nous pouvons distinguer essentiellement deux sortes de pollutions:

1. Celles qui, par suite de la présence de matières organiques (colloïdales ou non), donnent lieu à des fermentations et dégradations diverses consommant l'oxygène dissous dans l'eau. Il s'ensuit un appauvrissement ou un défaut d'oxygène du milieu (rivière) dans lequel est rejeté l'effluent, et, par suite, *mortalité du poisson par asphyxie*. Mais il faut souligner dès maintenant qu'à aucun moment, dans ce type d'évolution des matières organiques, n'apparaissent de substances toxiques. Il faut signaler cependant un cas particulier. Lorsque les protéines, ou certains déchets d'industries alimentaires, s'accumulent par dépôts dans le fond d'un étang ou d'une rivière lente, les dépôts peuvent subir, en été, un processus de décomposition *anaérobie*, et donner lieu à la formation d'hydrogène sulfuré, lequel, par brusque dégagement sous l'influence d'une variation de pression atmosphérique, peut devenir toxique pour la vie aquatique.

Les moyens dont dispose le laboratoire pour mesurer l'intensité de ce type de pollution et la charge organique de l'effluent ou du milieu récepteur, sont principalement:

- a) la demande biochimique d'oxygène en 5 jours (D.B.O.₅);
- b) l'oxydabilité à froid (au permanganate de potassium;
- c) un test de la variation du potentiel d'oxydo-réduction (test de putrescibilité) avec le temps;

- d) les matières en suspension et leur fraction organique;
- e) la teneur en azote total et azote organique (KJELDAHL).

2. Le deuxième type de pollution d'une rivière est celui dont le rejet comporte des *produits toxiques* pour la faune et la flore aquatiques.

Les produits toxiques les plus habituellement rencontrés sont :

- Acides forts - Bases alcalines;
- Cyanures simples et complexes - Sulfures;
- Solvants organiques cycliques;
- Chrome hexavalent - Sels de cuivre;
- Phénols et homologues supérieurs - etc...

Dans ce cas, le rôle du laboratoire est de détecter et d'identifier exactement les substances toxiques présentes dans l'effluent et d'en mesurer la concentration.

1. *Pollution par matières organiques consommant l'oxygène dissous. Mesures de laboratoire*

La réglementation administrative porte sur la composition et la charge de l'effluent rejeté dans le milieu naturel, mais il est aussi extrêmement intéressant de connaître l'état physico-chimique de la rivière avant rejet, et de même après rejet, pour déterminer la variation produite et l'influence de la dilution.

a) *Mesure du pH*

Les matières organiques, dans leur évolution aérobie, peuvent produire de l'acidité. Il est donc toujours nécessaire de mesurer le pH des rejets. Etant donné que l'on a affaire à un milieu souvent trouble ou coloré, et possédant quelquefois un pouvoir réducteur, il est nécessaire de faire cette mesure à l'aide d'un dispositif à électrode de verre et pH-mètre électrométrique. Cette valeur du pH peut être comprise entre 5,5 et 8,5.

b) *Détermination de la demande biochimique d'oxygène*

La demande biochimique d'oxygène est la quantité d'oxygène, exprimée en milligrammes, nécessaire pour assurer la dégradation et l'évolution des matières organiques contenues dans un litre de l'effluent, cette évolution se produisant arbitrairement en un laps de temps de cinq jours à la température de 20°.

Pour effectuer cette détermination au laboratoire, on procède par dilution de quantités croissantes de l'effluent dans une eau synthétique chargée normalement en oxygène (air dissous). Il est nécessaire que cette eau synthétique ait toujours une composition constante, et que les germes microbiens qui concourent à la dégradation des matières organiques y trouvent les substances minérales indispensables à leur développement. Elle contient donc, par litre, les sels minéraux suivants :

— Tampon aux phosphates de pH = 7,2	environ 60 mg/litre
— Sulfate de magnésie, MgSO ₄ , 7 H ₂ O	20 »
— Chlorure de calcium, CaCl ₂	25 »
— Fer ferrique, Fe ⁺⁺⁺	0,3 »
— Chlorure d'ammonium	2 »

Cette eau est agitée avec une pincée de terre pour amener des germes microbiens du sol, puis décantée et filtrée. On l'aère alors longuement par barbotage d'air, puis on la laisse reposer plusieurs heures pour qu'elle se mette en équilibre avec l'atmosphère. A ce moment, l'eau synthétique de dilution est prête. On mesure la quantité d'oxygène dissous, et on peut alors procéder à une série de dilutions de l'effluent : 1 partie dans 1.000, 2 parties dans 1.000, etc..., jusqu'à 50 parties dans 1.000 et plus, suivant la charge organique présumée. On met en flacons à l'abri de l'air, et on laisse évoluer pendant 5 jours à 20°. Après ce laps de temps, on dose l'oxygène dissous encore présent. La dilution pour laquelle l'oxygène consommé est de 50 % environ de l'oxygène initialement présent, servira à la détermination de la D.B.O.

D'après les réglementations administratives (Eaux et Forêts) et l'Instruction ministérielle du 6 juin 1953, en applica-

tion de la Loi du 19 décembre 1953, les valeurs autorisées de D.B.O. des effluents varient de 40 à 200 mg d'oxygène par litre, suivant les caractéristiques du milieu naturel récepteur.

Quelle est la valeur scientifique de cette mesure de la D. B.O. ?

La D.B.O. a une valeur relative. En effet, elle correspond à une consommation totale d'oxygène en 5 jours, qui permet de classer les effluents suivant leur charge organique. Mais elle ne renseigne pas sur la façon et la vitesse avec laquelle les matières organiques se dégradent et consomment l'oxygène qui leur est nécessaire. Prenons par exemple deux eaux résiduaires de D.B.O. sensiblement égale, mais dont l'une produira sa D.B.O. d'une façon progressive, continue, et répartie sur cinq jours, et dont la seconde exigera 80 % de la D.B.O. dans les premières 24 heures. Il est évident que la seconde sera quatre fois plus dangereuse, vis-à-vis de la vie aquatique, que la première. On aperçoit la nécessité d'être mieux renseigné sur la cinétique de ce phénomène, ne serait-ce que par une D.B.O. 24 heures par exemple.

Par ailleurs, au point de vue de l'exploitant d'une station de traitement d'eaux d'égouts ou d'eaux résiduaires, la mesure de D.B.O., sur l'arrivée d'eau et la sortie, est le seul moyen de connaître le rendement de cette station. La lenteur de la réponse de cette mesure est une lacune pour la mise au point de la marche de telles stations.

Test de putrescibilité et Potentiel d'oxydo-réduction

Il apparaît donc que si la D.B.O. est une mesure de la quantité d'oxygène nécessaire à l'évolution des matières organiques, on éprouve, en plus, le besoin de disposer d'une mesure de potentiel d'oxydo-réduction pour apprécier, le cas échéant, le *pouvoir réducteur* du milieu organique.

Dans ce but, le *test de putrescibilité* donne un premier renseignement. Dans un flacon hermétiquement bouché de 50 cm³, on place 50 cm³ d'eau résiduaire et une goutte de bleu de méthylène à 0,5 %, à l'abri de l'air. On porte à 30°, puis

on note le temps de décoloration. Si le bleu de méthylène se décolore, ce fait prouve que le milieu est devenu réducteur à ce moment.

Ce test de putrescibilité peut très avantageusement être complété par la mesure du potentiel d'oxydo-réduction, que l'on exprime en rH ou Eh.

rH, notation définie par CLARK, mesure par un chiffre l'état oxydo-réducteur du milieu, d'une façon analogue au pH qui représente le potentiel d'acidité.

Si l'on plonge une lame de platine dans un milieu organique, elle prend un potentiel Eh absolu dépendant du potentiel d'oxydation ou de réduction de ce milieu. Cette valeur Eh, exprimée en millivolts, peut donc être représentative de l'état de l'eau résiduaire. Cependant, si l'on veut se rapporter à l'échelle de CLARK, et si l'on mesure pratiquement le potentiel de la lame de platine, en millivolts, par rapport à une électrode de référence au calomel saturé, le rH se mesure de la façon suivante (en tenant compte du signe électrique du platine):

$$\text{rH} = \frac{248 \pm \text{Eh}}{29} + 2 \text{ pH.}$$

La neutralité de rH a pour valeur 27. De 0 à 27, le milieu est réducteur, et de 27 à 54, le milieu est oxydant.

La décoloration du bleu de méthylène correspond environ à un Eh de — 10 mV, c'est-à-dire à un rH de 13 à 15.

Consommation d'oxygène à froid et Dérivés de l'azote

Ce sont des déterminations courantes de laboratoire.

L'oxydabilité à froid, au permanganate en milieu acide et en 4 heures, est une mesure qui permet d'obtenir une idée assez approximative de la charge en matières organiques.

Les déterminations d'azote total et d'azote organique se font par les méthodes de KJELDAHL habituelles.

2. Méthodes de dosage des principaux produits toxiques

Les mesures d'acidité et d'alcalinité sont également de la routine du laboratoire.

a) Détermination des cyanures libres

Le dosage de traces de cyanures libres (en CN^-) s'effectue avec la méthode d'EPSTEIN, par une réaction colorimétrique sensible, susceptible de donner une mesure photométrique exacte de la coloration développée.

La chloramine T, en milieu de pH déterminé de 6, transforme les cyanures libres en chlorure de cyanogène, lequel réagit avec la pyridine pour donner de l'aldéhyde glutaconique. Celle-ci, avec la 1-phényl, 3-méthyl, 5-pyrazolone, donne une coloration bleue suffisamment stable. Le seuil de sensibilité est de 0,02 mg/litre et la mesure se fait avec une bonne précision, jusqu'à 5 milligrammes par litre.

Un certain nombre de précautions sont à prendre vis-à-vis des interférences que peuvent produire des cyanures complexes (sulfocyanures - ferrocyanures).

b) Recherche des phénols et homologues supérieurs

On peut se servir d'une réaction de diazotation, avec l'acide sulfanilique ou la paranitraniline. La coloration jaune développée n'est pas rigoureusement spécifique des phénols simples, et son seuil de sensibilité est de 0,05 mg/litre.

Pour les phénols divers d'origine industrielle, on peut se servir avantageusement de la 4-aminoantipyrine, qui a une meilleure spécificité que les précédents réactifs, avec le même seuil de sensibilité, et qui surtout est d'un emploi plus facile sur le terrain.

A un volume de 100 cm^3 d'eau, ajouter :

- 0,6 cm^3 de 4-aminoantipyrine à 2 %
- 2,0 cm^3 d'ammoniaque 2 N
- 2,0 cm^3 de ferricyanure de potassium à 2%.

Une coloration rouge-violette se développe et donne des résultats photométriques proportionnels à la quantité de phénols présents.

Cependant, étant donné l'importance que présentent les phénols dans la pollution des eaux, cette méthode n'est pas toujours suffisante.

En effet, lorsqu'on emploie des eaux superficielles de rivière dans une alimentation en eau potable, on procède toujours à leur stérilisation. Or, s'il se trouve des traces de phénols, même de quelques centièmes de milligrammes par litre, on développe, par action du chlore, des saveurs de chlorophénols extrêmement intenses et désagréables. Il faut donc pouvoir les déceler préalablement.

On s'adresse maintenant pour cela à la *méthode de GIBBS*. Cette méthode, extrêmement sensible, a une sensibilité de 0,01 mg/litre. Le principe est le suivant: à pH = 9,4 environ, la 2,6-dibromoquinonechloroïmide donne, avec les phénols et les homologues immédiatement supérieurs, des indophénols très colorés (bleus en général), stables, et permettant une photométrie aisée. Pour plus de sensibilité, on peut même extraire les traces de phénols avec des solvants appropriés.

On s'aperçoit alors que les traces de phénols dans les eaux de rivière sont très fréquentes, et peuvent provenir de la décomposition de matières organiques rejetées par les égouts urbains.

Recherche du chrome hexavalent

Celui-ci provient presque toujours d'opérations de galvanoplastie, et doit être éliminé avant rejet. D'ailleurs il se réduit très facilement, soit avec du sulfate ferreux, soit avec du métabisulfite.

La recherche du chrome hexavalent se fait avec la di-phénylcarbazine, qui donne une réaction colorimétrique extrêmement sensible.

LA NATURE RYTHMIQUE DE LA VIE*

PAR

André VEILLET

L'Homme a utilisé les périodes des phénomènes cycliques du monde physique pour l'établissement de l'heure et du calendrier : le jour solaire sépare deux instants consécutifs où le soleil passe au zénith ; l'année est la période de rotation de la Terre autour du soleil ; le mois est assez voisin du mois synodique qui sépare une pleine lune de la suivante. Les animaux et les plantes sont sensibles aux modifications de l'illumination, de la température et de l'humidité qui accompagnent le jour solaire de 24 heures, mais il faut ajouter qu'il existe aussi des rythmes journaliers pour la pression barométrique et l'intensité du rayonnement cosmique. Les animaux et les plantes utilisent aussi couramment la période du jour lunaire de 24,8 heures, période qui sépare deux instants consécutifs où la lune est au zénith. Si l'influence de la lune sur l'illumination, la température et l'humidité est relativement faible, cette influence est plus forte que celle du soleil dans le domaine des marées et l'on peut affirmer que les ancêtres des êtres vivants ont été soumis au rythme des marées pendant des millions d'années. Il est vraisemblable que les organismes se sont adaptés à ces rythmes solaires et lunaires car certaines phases de ces rythmes sont plus favorables.

Les êtres vivants présentent d'abord un rythme journalier d'une période de 24 heures, certains étant nocturnes, d'autres diurnes, d'autres encore étant actifs principalement à l'aube et au crépuscule. Certains, qui vivent le long des côtes, dans la zone des marées, ont un comportement dont le cycle se répète avec les marées. Ce synchronisme est souvent remarquable : c'est le cas pour une Annelide de l'Océan Pa-

* Résumé de la conférence du 22 mai 1958.

cifique, le Palolo, qui se reproduit à un moment précis du 3^{me} quartier des lunes d'octobre et de novembre; c'est le cas aussi pour le Grunion, petit Poisson pélagique de la Côte pacifique des Etats-Unis qui, pendant trois ou quatre nuits, au moment des grandes marées des mois d'avril, mai et juin, vient déposer ses œufs sur le sable tandis que 15 jours plus tard, à la grande marée suivante, les jeunes quittent le nid et gagnent la haute mer. Les Oiseaux paraissent aussi tenir compte du rythme solaire pour leur navigation. Ils voyagent au compas, la direction fixe étant celle du soleil. Lorsque le voyage est court, le soleil reste suffisamment fixe pour que le déplacement se fasse en ligne droite; s'il s'agit d'Oiseaux migrateurs voyageant toute la journée, le soleil se déplace progressivement d'un angle considérable, et l'on a prouvé récemment que l'Etourneau et le Pigeon par exemple, corrigent constamment l'angle de leur vol avec la direction du soleil en tenant compte du déplacement de ce dernier. Il en est de même pour le petit Crustacé *Talitrus* qui se déplace, non seulement au moyen du soleil, mais aussi de la lune.

On peut se demander si les activités cycliques des animaux et des plantes représentent une réponse directe aux facteurs externes cycliques ou s'il existe, dans les organismes, une horloge ou un calendrier précis capables de déclencher les phénomènes physiologiques indépendamment des facteurs externes. Depuis longtemps, on sait que le cycle journalier persiste lorsque des animaux sont maintenus dans des conditions de température et d'illumination constantes. Des recherches récentes effectuées par le Professeur Franck BROWN et par ses collaborateurs ont porté sur le Crabe violoniste qui possède un cycle journalier très caractéristique de la couleur du corps. Ce cycle persiste lorsque les animaux sont maintenus dans l'obscurité, même lorsque la température varie. Cependant, ce cycle peut être décalé en plaçant les Crabes dans de l'eau de mer réfrigérée, le décalage étant à peu près égal à la durée du séjour à basse température. Cependant, si après un séjour dans l'eau froide les animaux sont replacés dans les conditions normales et illuminés, le cycle redevient ce qu'il était avant l'expérience,

comme si une horloge interne existait dans le Crabe et pouvait être remise à l'heure.

Le Crabe violoniste étudié par BROWN présente aussi un cycle lunaire, c'est-à-dire que le noircissement le plus intense dans la journée suit le rythme des marées. Il y a donc chez ce Crabe un cycle de 24 heures et un cycle de 12,4 heures. On peut alors se demander si l'horloge lunaire du Crabe violoniste est à l'heure des marées sur la côte où il vit, ou à l'heure de la lune. Deux groupes de Crabes récoltés dans deux localités distantes de quelques milles où cependant les marées se produisent avec un intervalle de 4 heures, continuent, lorsqu'ils sont placés côte à côte dans la même chambre noire, à indiquer l'heure de la marée basse de leur propre localité. F. BROWN pense aussi que les horloges sont héritées. Lorsque les œufs et les larves de la *Drosophile* sont élevés dans les conditions normales, les mouches éclosent à l'aube. Si l'élevage est maintenu continuellement à l'obscurité, les mouches éclosent à toute heure du jour. Si cependant l'élevage est illuminé un moment aussi bref qu'une minute, les mouches éclosent quelques jours plus tard à la même heure que l'éclair de lumière, comme si les mouches avaient considéré cet éclair comme une aurore et avaient remis leur horloge à la même heure.

Une autre expérience a été réalisée par F. BROWN. Un groupe de Crabes violonistes est récolté sur la Côte est des Etats-Unis, au laboratoire de Woods Hole. Une partie des Crabes reste au laboratoire, une autre partie est expédiée par avion sur la Côte pacifique, à Berkeley. Le lendemain, au même instant, les deux lots de Crabes sont ouverts dans des chambres noires. Le comportement des Crabes de Californie reste synchronisé avec celui des Crabes de Woods Hole. Tout se passe comme si les Crabes possédaient une horloge interne, ne tenant pas compte de l'heure locale, cette horloge mesurant avec une précision considérable des périodes de 24 heures et de 24,8 heures. Il en est de même chez les Abeilles. Des Abeilles entraînées à Paris à se rendre à une station pour se nourrir à un instant déterminé du jour sont expédiées dans une boîte par avion à New-York. La boîte est ouverte dans une salle qui reproduit exactement la

salle d'élevage de Paris: les Abeilles continuent à se nourrir à une heure qui est celle de Paris. Il paraît donc très vraisemblable dans l'état actuel de nos connaissances, qu'il existe chez les animaux et les végétaux des horloges internes, lunaires et solaires.

On peut se demander par quels moyens interviennent le soleil et la lune sur le comportement des êtres vivants. F. BROWN a étudié les variations de la consommation d'oxygène en fonction du temps, non seulement chez le Crabe violoniste, mais chez des êtres aussi divers que la Salamandre, l'Holothurie, la Pomme de terre, la Carotte, etc... La consommation d'oxygène présente toujours un rythme lunaire et un rythme journalier. Or, ce rythme de la consommation d'oxygène suit le rythme des variations de la pression barométrique. De plus, on sait que les variations de la pression barométrique sont influencées par le soleil et la lune et qu'il existe bien des rythmes quotidiens et lunaires de la pression barométrique. Comment la pression barométrique pourrait-elle influencer sur la consommation d'oxygène? Pour répondre à cette question, BROWN a recommencé ses expériences avec un barostat et dans des conditions de pression constante le rythme quotidien et le rythme lunaire persistent. On constate cependant que la consommation d'oxygène précède dans son cycle les variations de pression barométrique d'un jour ou deux. Or, justement, les rayons cosmiques influencent les changements de pression barométrique avec un retard d'un jour. BROWN s'est alors demandé si les rythmes observés chez les êtres vivants ne dépendaient pas du rythme du rayonnement cosmique. On sait aujourd'hui que le rayonnement cosmique présente un rythme d'intensité dans lequel on retrouve à la fois une influence solaire et une influence lunaire. BROWN a étudié le comportement des Crabes en les protégeant par des écrans de plomb de façon à réduire l'intensité des rayons cosmiques. Le Crabe indique une réponse au changement d'intensité de ces rayons.

Les recherches actuelles continuées par BROWN et ses élèves ont donc pour but de bien séparer les horloges internes des horloges imposées par les facteurs externes et de montrer comment, grâce aux horloges internes, les animaux sont

capables d'intégrer les fluctuations que présentent les facteurs externes, fluctuations de 3 à 5 jours, de façon à ce que les phénomènes rythmiques des organismes présentent une précision à long terme. Il existerait, chez les êtres vivants, un mécanisme de self-correction compensant les variations autour de la moyenne de la pression barométrique et donnant aux phénomènes physiologiques une périodicité très précise de 24 heures ou de 24,8 heures.

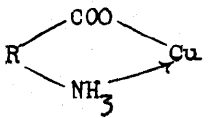
COMPORTEMENT DES COMPLEXES DU CUIVRE ET DU TRYPTOPHANE EN PRESENCE DES HEMATIES*

PAR

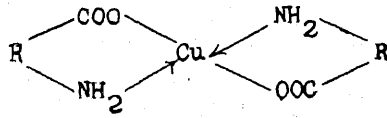
S. BESSON et J. TAVERNIER

Le cuivre présente des affinités remarquables qui lui permettent de se lier à des substances variées, et dans la plupart de ces combinaisons il est dissimulé à ses propres réactifs. Tel est le cas des complexes du cuivre et des acides aminés.

On connaît bien deux formes de ces complexes: dans l'une Cu est lié à une molécule d'acide aminé (A-Cu), dans l'autre, il est lié à 2 molécules (2A-Cu).

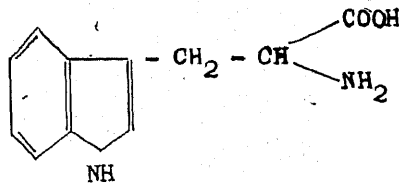


A-Cu



2A-Cu

La présente étude concerne les complexes du cuivre et du tryptophane ou acide β indylalanine.



Stabilité des complexes Cu-tryptophane vis-à-vis des hématies

Nous avons montré antérieurement (1) (4) que des hématies mises au contact de sulfate de cuivre fixent du cuivre et

* Note présentée à la séance du 22 mai 1958.

s'agglutinent dès que la concentration en cuivre atteint une certaine valeur.

Si le cuivre est dissimulé dans un complexe, il n'est plus disponible, il ne peut se fixer et par conséquent provoquer d'agglutination. Nous avons donc pensé à utiliser ce test simple d'agglutination des globules rouges pour étudier la stabilité des complexes contenant du cuivre; nous avons complété ce test par une estimation du cuivre fixé sur les globules rouges.

Plaçant des hématies en présence de solutions contenant des acides aminés divers et du cuivre en proportions telles qu'elles réalisent les combinaisons A-Cu ou 2A-Cu, nous avons eu la surprise de constater que pour certains acides aminés la dissimulation totale du cuivre exigeait une quantité d'acide aminé plus élevée que celle qui correspondait à ces deux formules. Dans le cas du tryptophanne, l'expérience montre que la dissimulation (se traduisant par une absence d'agglutination) est incomplète avec 2 molécules pour 1 atome de cuivre, et totale avec 5 molécules (2).

La fixation du cuivre sur les globules rouges permet de suivre l'importance progressive de la dissimulation du cuivre quand la quantité de tryptophanne apportée augmente: cette fixation représente respectivement 77 - 33,7 - 13,5 - 0 p. 100 de la fixation du cuivre dans l'essai témoin quand la quantité de tryptophanne mise en présence d'un atome de cuivre passe de 1 à 2 - 5 - 10 molécules.

Nous nous sommes demandés si la nécessité d'apporter plus d'acides aminés que le laissent prévoir les formules classiques A-Cu et 2A-Cu n'était pas due à la fixation d'une partie de l'acide aminé sur les hématies, ce qui voudrait dire que l'acide aminé combiné est cependant resté disponible.

Dans ce but, nous avons mis 1 cm³ de globules rouges en présence d'une dose constante de cuivre (100 µg dans 20 cm³, soit 5 µg/cm³) et de quantités croissantes de tryptophanne (dans la proportion de 1 à 8 molécules pour un atome de cuivre) (essais A, B, C, D). Dans des essais témoins A', B', C', D', E) les hématies sont mises au contact soit du tryptophanne seul, soit du cuivre seul.

Le protocole de l'expérience et ses résultats exprimés en μg figurent dans le tableau ci-joint.

<i>Mise en œuvre</i>										
	A	B	C	D	TEMOINS					
Nombre de molécules de tryptophanne pour un atome de cuivre ..	1	2	4	8	A'	B'	C'	D'	E	
Cu apporté	100	100	100	100					100	
Tryptophanne apporté.	326	652	1304	2608	326	652	1304	2608		
Eau physiologique q. s. p. en cm^3	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
G. R. en cm^3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Agglutination	++	+	—	—	—	—	—	—	++	
<i>Dosages et calculs</i>										
Tryptophanne fixé par G. R.	278	549	1086	2171	272	549	1100	2194		
Pourcentage de tryptophanne fixé	85	84	83	83	83	84	84	83		
Cu fixé par G. R. ...	55	42,4	34	22					63,1	
Cu libre correspondant (calculé par rapport au témoin	32,3	24,6	20	13						
Cu libre + Cu fixé par G. R.	87,3	67	54	35						
Cu lié au tryptophanne.	12,7	33	46	65						
Tryptophanne resté en solution	48	103	218	437						
μg tryptophanne liés à 1 μg Cu	3,8	3,1	4,7	6,7						

Après un contact de 8 h à la glacière, les hématies sont sédimentées et on constate qu'il y a agglutination en A et B, donc dissimulation incomplète du cuivre. Le cuivre est dosé dans la solution surnageante par la méthode au diéthylthiocarbamate (4) et le tryptophanne par la méthode de ECHERT basée sur la diazotation par le nitrite de sodium et copulation ultérieure à une amine (3).

On constate que:

1° Le pourcentage de tryptophanne fixé par les globules rouges est constant quelle que soit la concentration du tryptophanne et qu'il y ait ou non du cuivre.

Ceci prouve que le tryptophanne a plus d'affinité pour les hématies que pour le cuivre et qu'il quitte sa combinaison

cuvrique pour se fixer sur les hématies comme s'il était seul. Le liaison du tryptophanne au cuivre est donc moins forte que sa liaison avec les hématies.

2° Le pourcentage du tryptophanne fixé par les hématies est considérable (plus de 80 %). Ceci explique qu'il soit nécessaire, si on veut dissimuler totalement le cuivre, d'utiliser le tryptophanne en quantité supérieure à celle qu'exige la formation des complexes cuivriques.

La dissimulation du cuivre en C et D (absence d'agglutination) prouve que la liaison du cuivre au tryptophanne est plus forte que la liaison du cuivre aux hématies.

3° Du cuivre a été fixé par les hématies, en quantité d'autant plus importante que l'apport de tryptophanne était plus faible. Cette fixation a été possible parce que du tryptophanne a été capté par les hématies et a, de ce fait, rendu libre une partie du cuivre.

Etat du cuivre non fixé sur les hématies

Il découle des observations précédentes qu'il reste dans la solution qui tient en suspension les globules rouges, du cuivre et du tryptophanne en proportions très différentes de celles qui ont été réalisées en début d'expérience.

Nous nous sommes demandés si les complexes Cu-tryptophanne avaient persisté, et sous quelle forme.

En absence de tryptophanne les hématies ont fixé 63 % du cuivre mis en œuvre, laissant 37 % du cuivre. On peut admettre qu'ici (comme cela a été prouvé pour d'autres complexes) (4) la même proportion est conservée dans les essais où tryptophanne et cuivre sont au contact des hématies. Nous pouvons donc déduire de la quantité de cuivre fixée sur les globules rouges en A, B, C, D la quantité restée libre, c'est-à-dire non liée au tryptophanne (il suffit de multiplier le cuivre fixé par les hématies par le coefficient 37/63).

On s'aperçoit alors qu'il reste du cuivre libre dans tous les essais.

Nous avons contrôlé l'exactitude de ce raisonnement en calculant la somme Cu libre + Cu fixé sur les globules rouges qui représente le cuivre qui était susceptible de réagir avec

les hématies, c'est-à-dire de provoquer éventuellement une agglutination.

Dans nos conditions expérimentales, l'agglutination se produit dès que la quantité de cuivre disponible est supérieure à 64 μg . Nous constatons effectivement qu'il y a agglutination dans les essais A et B, où il y a eu 87,3 et 67 μg de cuivre disponible.

Nous avons calculé les quantités de cuivre restées liées au tryptophane et nous avons établi les rapports tryptophane/cuivre dans ces combinaisons afin de savoir si elles répondaient aux formules A-Cu ou 2A-Cu. Dans ces formules, le rapport tryptophane/cuivre est respectivement 3,2 et 6,4.

Les chiffres figurant dans le tableau semblent montrer que le complexe est du type A-Cu lorsque le tryptophane se trouve en petite quantité (A et B); le complexe est du type 2A-Cu lorsque le tryptophane se trouve en quantité importante (D) et il existerait sous les deux formes dans l'essai C.

En résumé

1° Nous avons étudié par une méthode très simple la stabilité des complexes du cuivre et du tryptophane vis-à-vis d'un substrat tissulaire, les hématies. L'expérience a révélé que ces complexes sont partiellement détruits en raison de l'affinité du tryptophane pour les hématies.

2° Nous avons pu attribuer une formule aux complexes subsistant en présence des globules rouges dans les conditions expérimentales décrites.

(Laboratoire de Pharmacodynamie - Faculté de Pharmacie de Nancy.)

BIBLIOGRAPHIE

1. BESSON (S.), GEYER (O.). — A propos de l'action du cuivre sur les hématies. *Bull. Soc. Pharm. Nancy*, 1954, n° 20, 12.
2. BESSON (S.), TAVERNIER (J.). — Au sujet de l'agglutination des érythrocytes par le cuivre. Utilisation dans un microdosage de cuivre et intérêt dans l'étude des combinaisons du cuivre et des acides aminés. *C. R. Soc. Biol.*, 1957, **151**, 1410.
3. ECHERT (H.-W.). — A new microcolorimetric method for the determination of tryptophane. *J. Biol. Chem.*, 1943, **143**, 205.
4. TAVERNIER (J.). — Etude expérimentale de la fixation de l'ion cuivre par les tissus animaux, les protéines sériques et les hématies. *Thèse Doct. Pharm. d'Etat*, Nancy, 1957.

INVERSION SEXUELLE ET GLANDE ANDROGENE CHEZ QUELQUES CRUSTACES*

PAR

André VEILLET

L'hermaphroditisme protérandrique de la Crevette *Lysmata seticaudata* RISSO, la masculinisation incomplète de la gonade au cours du développement post-embryonnaire chez *Orchestia cavimana* HELLER, la féminisation partielle des caractères sexuels externes et la régression des canaux déférents chez *Carcinides maenas* L. ont attiré l'attention sur le sort et le rôle de la glande androgène.

Lysmata seticaudata passe obligatoirement au cours de sa vie du stade mâle au stade femelle comme l'ont montré SPITSCHAKOFF (1) puis CAROLI (2) et NOUVEL (3). Chez les mâles, la gonade est un testicule dans la région postérieure, un ovaire sans vitellogenèse dans la région antérieure; une stiliblys sur la 1^{re} paire de pléopodes, un *appendix masculina* sur la 2^e paire et une paire d'épines sur chaque sternite de l'abdomen constituent les caractères sexuels externes. La transformation du mâle en femelle s'effectue, pour les caractères externes, en une mue; la « mue critique », mais avant cette mue, l'ovaire s'est développé considérablement et la vitellogenèse s'est effectuée, si bien qu'aussitôt après la mue critique la femelle s'accouple et pond. On pouvait se demander s'il existe une glande androgène chez le mâle et ce qu'elle devient chez la femelle. Mme CHARNIAUX (4) vient de montrer qu'une glande androgène existe chez le mâle et qu'elle a disparu chez la femelle. Nos observations confirment celles de Mme CHARNIAUX mais elles prouvent, de plus, que la glande androgène présente chez le mâle régresse progressivement dès le début du développement de la région ovarienne de la gonade.

* Note présentée à la séance du 12 juin 1958.

Nous avons étudié un lot de 37 mâles et de 27 femelles récoltés à Monaco l'an dernier au moins de juin, époque des mues critiques. Nous n'indiquerons ici que les résultats concernant la glande androgène et la gonade, un travail plus complet devant traiter de l'évolution parallèle de la glande, des gonades et des canaux déférents. Les mâles étudiés avaient pratiquement la même taille, autour de 30 mm; une femelle venait de faire sa mue critique et de pondre; des femelles de petite taille incubant leur première ponte, préparaient à un degré plus ou moins avancé la deuxième ponte; d'autres femelles enfin, beaucoup plus grandes, incubaient aussi. Nous avons classé les mâles, depuis les mâles fonctionnels à région ovarienne de la gonade immature, jusqu'à la mue critique imminente. Dès le début du développement de la région ovarienne, les premiers signes de dégénérescence se manifestent chez la glande androgène: les cellules présentent un contour anormal, le noyau devient pycnotique; puis l'enveloppe de la glande se vide, les cellules se séparent et, finalement, dans une enveloppe plus ou moins repliée, on observe encore quelques noyaux. Dans la jeune femelle qui vient de faire sa mue critique, il n'y a plus de trace de glande androgène. Remarquons de plus que l'état d'involution de la glande androgène par rapport au développement de l'ovaire varie avec les individus, la vitellogenèse pouvant être très avancée, pratiquement terminée, alors que la glande est encore visible. Nous retiendrons donc que la régression de la glande androgène débute en même temps que le développement de l'ovaire. Ce parallélisme constitue un argument de plus en faveur de l'hypothèse de Mme CHARNIAUX que la glande androgène est responsable de la différenciation de la glande chez le mâle, car le développement de la région ovarienne de la gonade s'accompagne de la suppression de la spermatogenèse dans la région testiculaire. Il ne signifie pas naturellement que l'involution de la glande androgène est responsable du développement de l'ovaire.

Nous avons d'ailleurs montré, en collaboration avec F. GRAF (5) qu'il existe aussi un parallélisme entre le développement post-embryonnaire de la glande androgène et la transformation partielle de l'ovaire embryonnaire en testi-

cule chez *Orchestia cavimana*. Chez le mâle, à l'éclosion, la gonade est un ovaire et la région antérieure conserve son caractère femelle toute la vie. La persistance d'une région ovarienne dans le testicule tient probablement, comme nous l'avons observé avec Mme BALESSENT-MARQUET (6), à une sécrétion insuffisante d'hormone androgène: la glande d'*Orchestia cavimana* est en effet trois fois plus petite que celle d'*Orchestia gammarella* PALLAS, espèce qui n'est pas hermaphrodite, et une greffe de glande androgène d'*O. gammarella* à *O. cavimana* supprime la région ovarienne du testicule.

La féminisation du crabe *Carcinides maenas* par la Sacculine *Sacculina carcini* THOMPSON pose aussi le problème du sort de la glande androgène. Mme CHARNIAUX (7, 8) a montré que les cellules de la glande androgène des Crabes sacculinés sont hypertrophiées et elle a émis l'hypothèse que cette hypertrophie est le signe d'un arrêt de leur activité sécrétoire. Depuis un an, nous étudions un lot de plusieurs centaines de *Carcinus maenas* à Sacculine interne ou externe, rangés par catégories de taille et dans chaque catégorie par degré de féminisation. Les résultats de ce travail seront publiés in extenso. Avant d'en donner un aperçu, il importe comme nous l'avons déjà fait (9) de remarquer que la Sacculine féminise son hôte tant qu'elle n'en supprime pas les mues, c'est-à-dire quand elle est interne. Rien ne prouve que son action sur la glande androgène soit la même lorsque la Sacculine est interne ou externe. Or, nous ignorons si Mme CHARNIAUX a étudié des Crabes à Sacculine interne. C'est pour cette raison que nous nous sommes proposé d'étudier l'action de la Sacculine interne sur la glande androgène. Nous avons déjà indiqué avec Mlle DEMEUSY (10) qu'il existe chez *Carcinus maenas* un parallélisme entre le développement et la différenciation des différentes régions du canal déférent d'une part, et l'augmentation de diamètre du cordon cellulaire de la glande androgène d'autre part. Or, la Sacculine interne peut agir sur la glande androgène avant ou après la croissance de la glande. On sait d'autre part que la Sacculine féminise en l'élargissant l'abdomen du Crabe, fait apparaître des pléopodes supplémentaires, freine dans certains

cas la différenciation du canal déférent, et fait même apparaître dans d'autres espèces de Crabes, des ovocytes dans le testicule. Nous avons trouvé que la Sacculine interne avait dans des cas extrêmes où le canal déférent est réduit, inhibé le développement de la glande androgène au point qu'il était difficile d'en découvrir des restes. L'hypertrophie de la glande androgène signalée par Mme CHARNIAUX semble se présenter chez les Crabes dont la Sacculine s'est fixée tardivement. Quand les Crabes ont été sacculinés très jeunes, et sont très féminisés, non seulement l'abdomen est élargi et les pléopodes supplémentaires apparaissent, mais le canal déférent et la glande androgène sont réduits.

L'involution de la glande androgène chez les Crabes sacculinés et chez *Lysmata* n'explique cependant pas la féminisation des mâles. Seules les expériences d'ablation de glande androgène chez l'adulte permettraient de voir si les caractères sexuels sont féminisés. Les expériences analogues réalisées jusqu'ici l'ont été par Mme CHARNIAUX (11) chez un Amphipode *Orchestia gammarella*: elles n'ont pas conduit à la féminisation de la gonade et à la suppression des canaux déférents. Il est d'ailleurs très probable que la féminisation des Crabes sacculinés, rendue possible par l'involution de la glande androgène est le résultat d'une action différente de la Sacculine puisque ce parasite accentue aussi les caractères sexuels des femelles parasitées. Il reste donc à préciser pourquoi la glande androgène disparaît chez *Lysmata* et chez les Crabes sacculinés, et à trouver quelle modification hormonale éventuelle du milieu intérieur, d'ordre génétique ou parasitaire, est capable d'en provoquer l'involution.

BIBLIOGRAPHIE

1. *Z. wiss. Zool.*, **100**, 1912, pp. 109-209.
2. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **2**, 1917, pp. 177-189.
3. *C. R. Ac. Sci. Paris*, **210**, 1940, pp. 266-9.
4. *C. R. Ac. Sci. Paris*, **246**, 1958, pp. 2814-7.
5. *C. R. Ac. Sci. Paris*, **246**, 1958, pp. 3188-3191.
6. *Bull. Soc. Sci. Nancy*, mars 1958, p. 28.
7. *Année biologique*, **32**, 1956, pp. 371-399.
8. *Bull. Soc. Zool. France*, **82**, 1957, pp. 193-194.
9. *Ann. Inst. Océan.*, **22**, 1945, pp. 193-341.
10. *C. R. Ac. Sci. Paris*, **246**, 1958, p. 1104.
11. *Ann. Sci. nat. Zool.*, 11^e série, 1957.

LA CHELATION DU CUIVRE PAR L'ACIDE ETHYLENE DIAMINO TETRAACETIQUE (EDTA) EN MILIEU BIOLOGIQUE

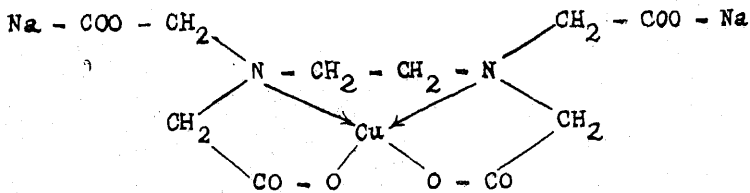
PAR

S. BESSON et J. TAVERNIER

L'acide éthylène diamino tétraacétique (EDTA) appartient à ce group de substances qui s'unissent d'une manière particulière aux métaux et auxquelles on a donné le nom de CHELATEURS. Ces substances *dissimulent* l'ion métallique, et présentent dans cette combinaison métallique une cyclisation interne de leur molécule qui est caractéristique.

Cette cyclisation apparaît dans la combinaison des acides aminés et du cuivre (telle que nous l'avons figurée dans une luté de Cl Na.

note précédente) (1). Dans le cas de EDTA, la combinaison chélatée EDTA-Cu revêt la structure suivante:



EDTA doit à sa grande affinité pour les métaux de connaître actuellement un vaste champ d'application dans deux domaines:

1. Le domaine analytique: il est utilisé pour le dosage des éléments métalliques même en milieu biologique.

2. Le domaine médical: lors des intoxications par les métaux, la thérapeutique consiste, entre autres, à administrer au malade des agents avides du métal (agents dont fait partie EDTA), qui s'emparent de celui-ci, débarrassant ainsi les tissus et facilitant son excrétion.

Si l'emploi d'EDTA s'est montré particulièrement efficace dans l'intoxication saturnine, il laisse au contraire à désirer dans le cas du cuivre (traitement de la dégénérescence hépatolenticulaire).

Il nous a donc paru intéressant de faire une étude de cette combinaison EDTA-Cu dans diverses conditions expérimentales, étude qui, à notre connaissance, n'a pas encore été faite.

L'effet « chélateur » (dissimulateur) d'EDTA vis-à-vis du cuivre peut se traduire de deux manières.

1° Par un empêchement éventuel de la fixation du cuivre sur les tissus lorsque le métal est lié à EDTA.

2° Par un retrait du cuivre préalablement fixé sur des tissus lorsque ceux-ci sont mis au contact de EDTA.

C'est ce double aspect, de protection et de désintoxication, que nous avons étudié successivement:

- a) sur l'animal vivant;
- b) sur des tissus in vitro;
- c) sur les hématies.

EXPÉRIMENTATION - RÉSULTATS

Dans nos essais sur l'animal vivant, nous avons utilisé le sel monocalcique d'EDTA qui n'est pas toxique; dans nos essais in vitro, nous avons employé ce sel ou le Complexon (sel disodique).

Nous rassemblerons ici les principaux résultats, les détails expérimentaux figurant ailleurs (2).

a) *Essais sur l'animal vivant*

Des souris reçoivent en plusieurs injections intrapéritonéales une quantité de sulfate de cuivre capable d'amener la mort des individus les plus sensibles. L'administration simultanée d'EDTA ne protège pas contre cette toxicité et l'analyse du foie et des reins des animaux révèle une fixation identique du cuivre sur ces organes, que le cuivre ait été administré seul ou avec EDTA.

Des souris reçoivent pendant plusieurs jours une quantité de cuivre bien tolérée. Les unes sont traitées simultanément

par EDTA, d'autres ont reçu d'abord le sulfate de cuivre, puis EDTA.

Les résultats de l'analyse du foie, des poumons, des reins ne se prêtent guère à une interprétation générale, mais ils ne semblent pas traduire une action favorable d'EDTA.

b) *Essais sur les tissus in vitro*

Tissus prélevés sur animaux ayant reçu des injections de $SO_4 Cu$.

Des fragments d'organes, dont la richesse en cuivre est connue par dosage préalable, sont mis en contact, après dilacération, d'une part avec une solution de Cl Na à 8,5 p. 1000, d'autre part avec cette même solution contenant EDTA à la concentration M/80. On dose le cuivre passé en solution.

<i>Tissus</i>	<i>Cu dans la prise d'essai (en mg)</i>	<i>Pourcentage de Cu enlevé par</i>	
		<i>Cl Na à 8,5 p. 1000</i>	<i>EDTA M/80</i>
Foie (cobaye)	0,915	3	3,1
Foie (rat)	0,250	17,6	12,8
Rein (lapin)	0,011	50	33,6
Cerveau (lapin)	0,009	72	7,7

Tissus chargés en cuivre par immersion dans une solution de $SO_4 Cu$

Du foie de rat broyé a été mis en suspension dans une solution de $SO_4 Cu$. La purée tissulaire est ensuite séparée et épuisée par la solution de Cl Na et par deux solutions d'EDTA, l'une M/1000, l'autre M/200:

Cu dans la prise d'essai: 0,018 mg

Pourcentage du cuivre enlevé:

par Cl Na à 8,5 p. 1000.....	94 %
EDTA M/1000.....	61
200.....	50

Ces deux séries d'expériences montrent:

1° Que le soluté de chlorure de sodium entraîne peu de

cuivre, et le pourcentage de cuivre en solution est d'autant plus faible que le tissu est plus riche en cuivre.

2° EDTA diminue la solubilité du cuivre.

c) *Essais sur les hématies*

Enlèvement du cuivre fixé sur les hématies

Des hématies humaines en suspension dans le soluté de Cl Na ont été laissées en contact avec une solution de sulfate de cuivre.

Les hématies séparées par centrifugation ont été lavées plusieurs fois, les unes avec le soluté de Cl Na, les autres avec la solution d'EDTA.

Voici les résultats obtenus dans une expérience:

Cu enlevé (en μg)	par EDTA M/400	par Cl Na
au 1 ^{er} lavage	32	8
au 2 ^e lavage	10,8	3,8
au 3 ^e lavage	8	2,4
Soit	49,8	14,2
Cu restant définitivement sur les G. R. après lavages (en μg)	84	93

EDTA facilite donc et accroît l'entraînement du cuivre fixé sur les globules rouges mais il n'enlève pas la totalité du cuivre. La distinction que nous vous avons déjà soulignée (3) entre un cuivre fortement lié dans l'hématie et un cuivre labile se retrouve ici.

Protection contre l'agglutination par le cuivre

Le cuivre provoque à partir d'une certaine concentration l'agglutination des globules rouges. S'il est dissimulé, cette action ne doit pas se manifester. C'est effectivement ce que nous avons constaté. Une dissimulation totale apparaît lorsque les quantités d'EDTA et de cuivre en présence se trouvent dans un rapport de 1/1, correspondant exactement à la formule du chélate.

L'expérience suivante en apporte la preuve:

A la concentration de 8 μg par cm^3 , le cuivre (sous forme

de $\text{SO}_4 \text{ Cu}$ agglutine immédiatement, dans nos conditions expérimentales, 1 cm^3 de globules rouges.

En présence d'EDTA en quantité telle que le rapport

$\frac{\text{EDTA}}{\text{Cu}} = 0,55$ cette agglutination se produit également.

Cu

EDTA

Quand $\frac{\text{EDTA}}{\text{Cu}} = 0,63$, il n'y a aucune agglutination.

Cu

Si la combinaison Cu - EDTA se fait bien molécule à molécule, une partie du cuivre reste libre: $3,5 \mu$ par cm^3 dans le premier cas, $2 \mu\text{g}$ dans le second. Or des essais témoins montrent que précisément $3,5 \mu\text{g}$ suffisent pour amener une agglutination des hématies, tandis que 2μ sont insuffisants.

Donc les deux éléments du complexe chélaté Cu et EDTA ont plus d'affinité l'un pour l'autre que pour l'hématie puisqu'ils restent liés lorsqu'ils sont mis au contact d'hématies. Nous avons, au contraire, montré précédemment (1) que pour le complexe tryptophane-Cu, l'aside aminé avait plus d'affinité pour l'hématie que pour le cuivre.

Diminution de la fixation du cuivre

La protection exercée par EDTA vis-à-vis du globule rouge peut aussi être mise en évidence de façon plus précise en dosant le cuivre fixé par les hématies en l'absence et en présence de quantités variables d'EDTA.

Par exemple, en absence d'EDTA les hématies fixent 69 % du cuivre qui leur est offert. Si on ajoute EDTA, le pourcentage de cuivre fixé est respectivement égal à 60, 43, 8,3 quand le rapport EDTA/Cu passe de 0,25 à 0,50 et 1.

EN RÉSUMÉ

Le cuivre chélaté à EDTA paraît se fixer sur les tissus de l'animal vivant aussi bien que le cuivre seul.

Le cuivre fixé sur les tissus (chez l'animal ou in vitro) est peu labile et EDTA enlève moins de cuivre aux tissus que le soluté de chlorure de sodium.

EDTA s'oppose à la fixation du cuivre sur les hématies et de ce fait rend inefficace des quantités de cuivre provoquant normalement l'agglutination des globules rouges.

Lorsque du cuivre a été fixé *in vitro* sur des hématies, une partie est inaccessible à EDTA, mais le cuivre labile est entraîné beaucoup plus rapidement par EDTA que par le so-

BIBLIOGRAPHIE

1. BESSON (S.), TAVERNIER (J.). — Comportement des complexes du cuivre et du tryptophane en présence des hématies. *Bull. Soc. Sc. Nancy*, 1948, sous presse.
 2. TAVERNIER (J.). — Etude expérimentale de la fixation de l'ion cuivre par les tissus animaux, les protéines sériques et les hématies. *Thèse Doct. Pharm. d'Etat*, Nancy, 1957.
 3. TAVERNIER (J.), BESSON (S.). — Répartition érythroplasmatique du cuivre. *Bull. Soc. Sc. Nancy*, 1957, **16**, 174.
-

COMPTES RENDUS DES SÉANCES

Séance du 17 avril 1958

Ouverte à 17 heures précises sous la présidence de M. Veillet, la séance appelle la lecture du procès-verbal de la réunion précédente par M. Maubeuge.

Le Président donne connaissance d'une lettre de remerciements et de félicitations pour l'intérêt de nos publications, émanant de Jassy, Roumanie, Institut Polytechnique. Il est annoncé d'autre part une session de l'AFAS les 15-22 juillet à Namur (70^e congrès).

M. Veillet donne lecture d'une note de M.M. Marcel Ribon, Louise Poncet, André Veillet: Propriétés gonadostimulantes du colostrum humain et crise génitale du nouveau-né.

Cela n'appelle aucune remarque.

M. Maubeuge présente sa note: Découverte de la fructification de *Pachyphyllum araucarinum* Sap., dans les calcaires rauraciens de la région de Verdun.

M. Werner demande si on peut espérer retrouver d'autres pièces et si les gisements sont localisés; M. Maubeuge explique que la mécanisation de l'exploitation à peu près généralisée maintenant rend aléatoires de nouvelles découvertes dans la région même de Verdun, où semblent cantonnés les niveaux fossilifères.

M. Noisette donne un exposé de sa brillante conférence: Etude physico-chimique et comportement des eaux industrielles et résiduaires.

Cet intéressant exposé qui sera publié au Bulletin appelle des remarques ou demandes de renseignements de divers assistants; plus spécialement, M. Veillet précise des points de biologie en relation avec les pollutions. M. Werner demande si le chlore tuant les Diatomées et leur coque siliceuse demeurant, il reste une pollution minérale des eaux traitées. M. Noisette précise que la silice est amorphe à ce stade, et non corrosive. M. Werner demande si on n'est pas en retard pour une législation des eaux et M. Veillet abonde dans ce sens. L'absence d'épuration des eaux usées du groupement d'urbanisme de Nancy est vivement soulignée. De nombreuses autres questions sont abordées.

Finalement la séance est levée à 19 heures précises.

Séance du 22 mai 1958

La séance est ouverte à 17 h. 05 sous la présidence de M. le Professeur Veillet. Le procès-verbal de la séance du 17 avril est adopté.

M. Veillet présente la candidature de 2 nouveaux membres:

M. le docteur Masius, de Metz (Moselle, présenté par M.M. Delafosse et Cézard.

M. Graf, présenté par M. Veillet et Mlle Besson.

Une communication de M. Graf est présentée par M. Veillet: « Développement post-embryonnaire des gonades et des glandes androgènes chez *Orchestia cavimana* (Heller), Crustacé amphipode ».

M. Veillet insiste sur la précision et la valeur scientifique de ce travail de jeune chercheur.

Communication de Mlle Besson et M. Tavernier: « Comportement des complexes Cuivre-Tryptophane vis-à-vis des hématies », est lue par la première.

M. le Professeur Veillet donne une conférence vivement appréciée, très documentée : « La nature rythmique de la vie ».

Divers échanges de vues ont lieu entre des auditeurs et le conférencier. M. le Docteur Moreaux souligne ainsi, de son côté, le caractère rythmique bien connu en médecine, des épidémies.

La séance est levée à 18 h. 15.

Séance du 12 juin 1958

La séance est ouverte à 17 heures sous la présidence de M. le Professeur Veillet. L'ordre du jour appelle la lecture du procès-verbal de la dernière réunion, transmis par Mlle Besson, empêchée d'assister à la séance.

La candidature d'un membre nouveau est annoncée: La Laiterie des Herbages de la Meuse, à Dieue-sur-Meuse, représentée par M. Loevenbruck, présentée par MM. Veillet et Maubeuge.

M. Cézard présente des floraisons de *Sisirhynchium* cultivés au Jardin botanique et une curieuse malformation de Digitale récoltée dans les Vosges; cela fera l'objet d'une note au Bulletin.

M. le Professeur Werner communique le résultat de ses observations sur la « Gonidie marocaine du *Parmelia tinctoria* Mah. et Gill. ».

M. le Professeur Veillet lit le résumé de la longue communication de Mlle Besson et M. Tavernier sur « La chélation du cuivre par l'acide éthylène diamino-tétracétique en milieu biologique ».

Ce travail sera publié au Bulletin in extenso.

M. Veillet donne connaissance de sa note « Inversion sexuelle et glande androgène sur les Crustacés décapodes », destinée au Bulletin.

M. le Professeur Coppens expose une conférence « Radio-activité et géologie » faisant un tour d'horizon général de cette nouvelle branche des sciences de la Terre, exposant ce qu'est le centre régional de recherches géochimiques rattaché à la Faculté des Sciences de Nancy et brossant un tableau détaillé de son développement ultérieur en cours de réalisation.

Des échanges de vues ont lieu entre différents Membres et le Conférencier. M. Veillet, notamment, demande des précisions sur les problèmes des eaux résiduaires radio-actives, la détermination des paléo-températures marines sur des bases radio-biologiques, la contamination du lait des vaches dans les zones à radioactivité naturelle. De son côté, M. Werner s'intéresse plus spécialement au rôle des radioactivités naturelles sur les flores et de leur effet sur les espèces; des précisions sont demandées et l'intérêt d'expériences provoquées sur ce sujet est souligné.

La séance est levée à 18 h. 30.

AVIS

Des particuliers, sociétés ou bibliothèques nous demandent fréquemment des anciens Bulletins, plus spécialement ceux totalement épuisés de l'époque suivant la Libération (1945-1950). Ces demandes sont faites parfois à des conditions très avantageuses.

Les personnes désireuses de se défaire de telles séries de nos publications peuvent en aviser le Secrétaire Général.