

---

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

(Fondée en 1828)

SIÈGE SOCIAL :

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

---

**SOMMAIRE**

Pierre FLORENTIN: Le Professeur Rémy COLLIN (1880-1957) .....	74
R. MOREAUX: Note préliminaire relative à la génétique de l'abeille .....	78
M. VILLEMEN: L'élevage des animaux à fourrure en France. Aspect actuel et perspectives d'avenir .....	82
B. CONDÉ et A. MATHIEU: Captures de la Couleuvre verte et jaune dans le Barrois .....	90
A. MASSON: Etude de l'action du pH et du sel sur le développement du <i>Penicillium glaucum</i> .....	95
René FRENTZ: De l'électrophorèse de Tiselius à l'immuno-électrophorésie de Grabar: Différentes étapes dans l'investigation des protéines des milieux biologiques .....	113
Raymond RUYER: Hasard et finalité dans la généalogie de l'homme .....	127
Comptes rendus de séances .....	139

---

## LE PROFESSEUR REMY COLLIN (1880-1957)

PAR

Pierre FLORENTIN

---

La Faculté de Médecine de Nancy vient de perdre en la personne du Professeur Rémy COLLIN, Membre correspondant de l'Académie de Médecine, décédé le 2 novembre 1957 après une très courte maladie, un biologiste éminent, qui a su, au cours d'une longue carrière et bien après l'âge de la retraite, s'imposer au monde scientifique et philosophique par des travaux de premier plan.

Les Membres de la Société des Sciences de Nancy ont pu, à diverses reprises, apprécier l'œuvre du Maître dont nous déplorons la disparition, en écoutant les communications et les conférences dont il avait bien voulu leur réserver la première.

Je voudrais, en quelques lignes, comme ancien collaborateur du Professeur COLLIN à la Faculté de Médecine, rappeler quelle fut l'œuvre scientifique, pédagogique et philosophique du savant qui, pendant plus de trente ans, illustra la chaire d'Histologie de Nancy, après ses éminents prédécesseurs, A. PRENANT et P. BOUIN.

Remy COLLIN naquit à Frouard, en juillet 1880. De souche lorraine, il possédait les qualités fondamentales du terroir et dissimulait, derrière la réserve classique de ses compatriotes, une très grande sensibilité et une grande bonté agissante, dont ont bénéficié, à maintes reprises, ses élèves, ses collègues, et tous ceux à qui il avait accordé sa confiance.

Agrégé en 1907 après avoir gravi tous les échelons hospitaliers et universitaires, le Professeur COLLIN s'orientait dès cette époque vers la recherche histologique, attiré plus particulièrement par les problèmes morphologiques intéressant le système nerveux central. Sa thèse, soutenue quelques mois avant son concours d'Agrégation, avait trait au développement de la cellule nerveuse chez le Poulet, et il écrivit pour

le traité d'Anatomie de POIRIER, CHARPY et NICOLAS, les articles traitant du système nerveux et de l'oreille interne.

Mobilisé en 1914 comme Médecin régimentaire, il conquiert sur le champ de bataille de Verdun la Croix de la Légion d'Honneur et la Croix de Guerre. L'armistice de 1918, qui consacrait le retour de Strasbourg à la France, devait permettre au Professeur COLLIN d'accéder à la Chaire d'Histologie de la Faculté de Nancy, laissée libre par le départ du Professeur P. BOUIN, transféré dans la Faculté alsacienne récemment recouvrée.

C'est pendant trente-deux ans que, dans le laboratoire restreint de la rue Lionnois, avec des moyens très limités et une installation sommaire, le Professeur COLLIN devait effectuer toutes les recherches qui ont consacré sa notoriété scientifique.

Il s'attacha d'abord à l'étude histologique de l'hypophyse, cette glande infracérébrale, considérée comme un vestige névroglie, mais dont il put décrire la complexité cellulaire, le cycle évolutif de ses éléments et leurs modalités de régénération. C'est à l'occasion de ces travaux de cytologie pure qu'il reconnut que cette glande contracte des relations intimes avec le plancher du troisième ventricule cérébral et avec les neurones du système nerveux végétatif. Elle déverse, en effet, ses produits de sécrétion dans le tissu nerveux lui-même, soit directement (neurocrinie), soit indirectement par l'intermédiaire des vaisseaux (hémoneurocrinie) et du liquide céphalorachidien (hydrencéphalocrinie).

De ces travaux primordiaux, sur lesquels se greffèrent rapidement les recherches de ses principaux collaborateurs, naquit bientôt une science nouvelle, la neuro-endocrinologie, dont le champ d'action s'avère très étendu, et qui est actuellement exploitée par de nombreux chercheurs.

La notion d'hormone dépasse dès lors sa signification première: les principes issus des glandes endocrines ne sont pas seulement véhiculés par le sang jusqu'aux organes effecteurs, comme l'avait montré Claude BERNARD, mais encore dans le tissu nerveux où ils prennent directement contact avec les neurones.

L'école endocrinologique de Nancy s'attacha principale-

ment à la question des corrélations fonctionnelles entre les glandes du système hormonogène. Elle démontra, conjointement avec les recherches effectuées dans d'autres laboratoires, que l'hypophyse tient sous son contrôle, et par le fait de ses connexions avec les centres végétatifs du diencephale, le système endocrinien tout entier (glandes génitales, thyroïde, pancréas, surrénales...).

La notion de neurocrinie hypophysaire devait par la suite se compléter par celle de la sécrétion neuronale proprement dite: il existe au niveau du plancher du troisième ventricule cérébral des cellules nerveuses douées de capacités sécrétoires. Dans un récent Congrès d'Endocrinologie tenu en juillet 1957, le Professeur COLLIN avait, avec J. BARRY, fait le point de la question.

L'œuvre scientifique du Professeur COLLIN se caractérise essentiellement par le déroulement continu et cohérent de recherches intéressant un seul et même problème, et c'est là ce qui en constitue l'originalité.

Les histologistes, par le fait même de l'enseignement qui leur est imposé, sont enclins à disperser leurs efforts et, inévitablement, à explorer divers domaines de la biologie animale. C'est ainsi que se présente l'œuvre considérable de PRÉNANT, ce grand bâtisseur, qui domine la Science des tissus tout entière. Par sa tenacité dans l'effort, par sa logique lumineuse, Remy COLLIN a su créer un courant d'idées, une nouvelle discipline, extrêmement féconde, que ses continuateurs ne cesseront d'exploiter avec fruit.

L'œuvre pédagogique du Maître est très importante. Ses élèves se souviennent de son enseignement impeccable, de la clarté de ses exposés. Plusieurs volumes traduisent son activité universitaire et scientifique: *Leçons sur le système nerveux* (1934), *Leçons élémentaires sur les récepteurs de la sensibilité* (1935), *Les Hormones* (1938), *L'Organisation nerveuse* (1944).

Mais là ne se borne pas l'activité du grand biologiste nancéien. Il éprouvait, en effet, un indiscutable attrait pour la prospection philosophique et dès 1925, avait fait paraître un petit ouvrage intitulé *Physique et Métaphysique de la Vie*, dans lequel il manifestait sa tendance finaliste et spiritua-

liste qu'il ne devait cesser de développer et d'affirmer au cours de son existence. Il créa, avec Roland DALBIEZ, en 1926, la Société de Philosophie de la Nature, qui publia régulièrement des mémoires où s'inscrivirent les noms de Lucien CUÉNOT, A. MANQUAT, L. VIALLETON. Cette Société interrompit ses activités en 1939.

Nous trouvons aussi, sous sa plume, et chez différents éditeurs, *Réflexions sur le Psychisme* (1930), *Message Social du Savant* (1941), *Les deux Savoirs* (1946), *Mesure de l'Homme* (1948), *Plaidoyers pour la vie humaine* (1952), volumes qui ont attiré une audience sympathique mais inévitablement la controverse.

Et je passe sur de nombreux articles parus dans diverses revues, et qui extériorisent pleinement sa position philosophique et sa foi.

J'imagine cependant que, pour les Scientifiques que nous sommes, la lecture de ce petit volume *Panorama de la Biologie* (1945) sera pour tous ceux qui s'intéressent aux Sciences de la vie l'émanation la plus séduisante de la pensée et de la doctrine de l'éminent Collègue qui vient de nous quitter.

Il exprime en quelques chapitres écrits dans un langage très pur, et sous une formule qui rappelle, quoique moins abstraite, celle de Pierre TERMIER, dans sa *Vocation du Savant*, tout l'attrait de la recherche désintéressée et les satisfactions que peut éprouver celui qui a consacré son existence à la prospection des Sciences de la Nature, et, plus particulièrement, à la Biologie Humaine.

Dédié aux jeunes, aux étudiants qui préoccupaient inlassablement son âme généreuse et sensible, de lecture très accessible au monde cultivé, cet ouvrage reste pour ses anciens Collègues, pour ses disciples, pour ses amis, une sorte de testament universitaire dans lequel il exprime sa foi dans l'avenir du néophyte qui s'est engagé résolument et avec enthousiasme dans la voie tracée par le Maître qui lui a transmis le flambeau.

La Société des Sciences de Nancy se devait de réserver à la mémoire de celui qui l'honora, au cours de sa carrière professorale, de son inappréciable sympathie, un dernier hommage de gratitude, de déférence et d'affectueux respect.

**NOTE PRELIMINAIRE RELATIVE  
A LA GENETIQUE DE L'ABEILLE\***

PAR

R. MOREAUX

---

KHALIFMAN, à la suite d'expériences effectuées en collaboration avec le Professeur GOUBINE, considère que le « facteur nutrition » peut être la cause de variations dans le comportement et la morphologie des abeilles et, au 16<sup>e</sup> Congrès d'Apiculture tenu à Vienne, ARMITT, d'Ecosse, GUIRCLAIR, d'Italie, et RICHTER, d'Allemagne, ont soutenu la thèse suivant laquelle les abeilles-nourricières influent sur les caractères raciaux des jeunes.

Mais il faut bien considérer que modifications du comportement et variations morphologiques, pour autant qu'elles soient reconnues, sont deux manifestations tout à fait différentes que je vais envisager successivement.

Des variations dans le comportement social d'abeilles d'une race déterminée, métamorphosées au sein d'une colonie élevée d'une race étrangère, ne sont pas nécessairement attribuables au « facteur nutrition », car il peut s'agir d'une simple « éducation », les jeunes abeilles acquérant par *imitation* les principes d'activité sociale des abeilles de race étrangère qui les entourent. Ce n'est pas, dès lors, le « facteur nutrition » qui est en cause, mais le « facteur milieu », le « facteur éducation ».

C'est d'ailleurs ce que les généticiens ont constaté, même dans l'espèce humaine, qui ont observé des différences de « quotient intellectuel » chez des jumeaux vrais, c'est-à-dire ayant le même patrimoine héréditaire, mais élevés dans des milieux différents et soumis à une éducation et à une instruction différentes.

\* Note présentée à la séance du 9 janvier 1958.

Deux expériences m'ont permis d'établir indubitablement l'influence du milieu sur le comportement social des abeilles en dehors de tout « facteur nutrition ».

On sait qu'au cours de leurs métamorphoses ces insectes ne sont nourris que pendant leur phase larvaire d'une durée de cinq jours ; après ce délai les larves sont operculées et, de ce fait, passent par les phases pronymphale et nymphale sans aucun apport alimentaire. Il suffisait donc, pour soustraire des abeilles à toute nutrition étrangère de placer du couvain d'une race choisie dans une colonie élèveuse d'une race nettement distincte, non plus aux phases embryonnaire ou larvaire, mais au stade d'operculation, c'est-à-dire aux phases pronymphale et nymphale, et de juger ultérieurement du comportement des abeilles nées de ce couvain.

J'ai ainsi offert à une colonie d'abeilles italiennes (*Apis ligustica*) un rayon de couvain *operculé* provenant de la ponte d'une reine de race noire (*Apis mellifica*). Les abeilles nées de ce couvain furent typiquement, bien entendu, de la race de leur mère ; mais, éduquées par les abeilles italiennes, acquièrent leur comportement : en particulier activité plus grande, douceur remarquable.

De même à une colonie d'abeilles chypriotes (*Apis cypria*) j'ai donné un rayon de couvain *operculé* provenant de la ponte d'une reine italienne. Lors de leur naissance les imagos présentaient les caractères morphologiques de leur mère, à bandes abdominales jaunes ; mais acquièrent, au cours de leur vie sociale, les caractères d'activité et surtout d'irascibilité des abeilles chypriotes.

Il apparaît donc incontestable que dans ces deux cas c'est bien le « facteur éducation » et non le « facteur nutrition » qui ait déterminé la variation de comportement social des abeilles, puisque introduites *operculées* à la fin de leur phase larvaire, elles n'avaient subi aucune nutrition de la part des abeilles de la race étrangère dans la ruche desquelles elles avaient achevé leurs métamorphoses.

Quant à la question d'une différenciation des caractères morphologiques sous l'influence du « facteur nutrition », elle ne pourrait être soutenue que si, ayant offert en élevage à une colonie X d'abeilles des œufs pondus par une reine d'une au-

tre race Y, les individus nés de ces œufs et nourris, à l'état larvaire, par les abeilles de la race X offriraient, à l'état d'imagos, les caractères de ces dernières (variation de couleur, différence de longueur de la ligule, variations dans les nervures alaires ou dans la surface des sternites).

Mais en admettant hypothétiquement cette différenciation, il semble bien, de prime abord, qu'il s'agisse d'une *somation* sous l'influence possible du « facteur nutrition » et, de ce fait même, les caractères acquis ne seraient pas héréditaires.

Pour qu'ils soient héréditaires il faudrait qu'il y ait non pas *somation*, mais *mutation*, c'est-à-dire que les cellules du germe aient également subi une certaine action modificatrice.

Or on sait, d'après les travaux de TOWER, en particulier, que les facteurs internes et externes, tels que le « facteur nutrition », n'exercent leur action qu'à partir du moment où l'œuf commence à se segmenter et que la variation provoquée n'atteint que le soma de l'individu qui présentera, à sa maturité, une différence plus ou moins accusée avec ses parents, mais ne transmettra pas sa variation à ses descendants.

Et précisément lorsqu'on offre à une colonie d'abeilles élèveuse des œufs provenant d'une reine d'une colonie étrangère, ces œufs sont déjà entrés en segmentation. Il semble donc, de prime abord, que ce ne soient que des différences somatiques que puissent présenter les individus nés de ces œufs, pour autant que cette différenciation soit constatée.

En résumé, si des différences morphologiques ont été réellement remarquées chez des abeilles d'une race déterminée, élevées à l'état larvaire par des abeilles-nourricières d'une race étrangère, c'est-à-dire sous l'influence du « facteur nutrition », il semble bien que ce soit par *somation* et non par *mutation* et que, de ce fait, les caractères nouvellement acquis ne soient pas héréditaires.

Mais il est bien certain que pour être en droit de confirmer ou d'infirmer la théorie d'une différenciation morphologique sous l'influence de la nutrition des expériences rigoureuses s'imposent : il faudrait offrir en élevage des œufs récemment

pondus par une reine d'une race pure et typique, fécondée par un faux-bourdon de même race, à une colonie d'abeilles d'une race nettement différente dont les caractères morphologiques seraient bien établis et apprécier les caractères des individus nés de ces œufs.

Ou bien les imagos seraient typiquement de la race de leur mère, sans aucune différence morphologique, et l'on pourrait affirmer que le « facteur nutrition » n'a aucune influence.

Ou bien les imagos présenteraient des caractères de la race élèveuse et, dans ce cas, il y aurait eu influence possible du « facteur nutrition ».

Si maintenant on admet cette seconde éventualité, reste à savoir si la variation observée n'intéresse que le soma de l'individu et, dans ce cas il n'y aurait eu que *somation* et les caractères ne seraient pas héréditaires ou si l'action a porté à la fois sur le soma et le germen; il y aurait eu alors *mutation* et les nouveaux caractères acquis seraient héréditaires.

Pour élucider la question une nouvelle expérience s'imposerait alors: provoquer par orphelinage d'une colonie, la formation d'une reine sur le couvain mis en élevage et juger de la descendance de cette reine. De deux choses l'une: ou cette descendance reprendrait les caractères ataviques: la différenciation acquise lors de l'élevage ne serait pas héréditaire et l'action du « facteur nutrition » n'aurait donc déterminé qu'une *somation*; ou bien, au contraire, les nouveaux caractères acquis demeureraient dans la descendance et le « facteur nutrition » aurait déterminé une véritable *mutation*.

Ce sont de telles expériences que je me propose d'entreprendre lors de la prochaine saison d'activité des abeilles et tant que leurs résultats ne seront pas nettement enregistrés je considérerai que la possibilité d'une différenciation morphologique sous l'influence du « facteur nutrition » demeure hypothétique.

---

## L'ÉLEVAGE DES ANIMAUX A FOURRURE EN FRANCE

Aspect actuel et perspectives d'avenir\*

PAR

M. VILLEMIN\*\*

---

L'élevage des animaux à fourrure, en France, connaît un regain de faveur. Il date pourtant, dans notre pays, des années 1925 et 1926. Il n'est donc pas possible de parler de « pionniers » pour les personnes qui actuellement se mettent à élever ces animaux. Malheureusement l'emploi abusif de ce terme n'est pas la seule entorse à la vérité que commettent les articles et les reportages. La recherche du nouveau et du sensationnel conduit la presse écrite ou parlée à des erreurs monumentales qui sont, nous ne voulons pas en douter, commises de bonne foi. Ajoutez à cela la publicité proprement dite émanant de « marchands de reproducteurs », et convenez avec nous que le public est bien mal informé sur les possibilités réelles de cet élevage un peu spécial. Si spécial même, qu'il prend, dans l'esprit de beaucoup, l'allure d'une spéculation, dans le vrai sens du terme. Certains en arrivent à croire et à professer qu'élever des animaux à fourrure, c'est regarder pousser du poil et encaisser des millions!

C'est pour tenter de mettre au point la question que nous avons accepté de vous entretenir des animaux à fourrure. Nous avons choisi de traiter, non la technique de l'élevage, ce qui pour un grand nombre d'entre vous n'aurait offert aucun intérêt, mais l'aspect économique. Nous sommes d'ailleurs aussi souvent consulté dans le domaine économique, que dans le domaine technique ou vétérinaire.

Pourquoi élève-t-on des animaux à fourrure? Au risque de lancer une lapalissade, il faut bien dire qu'il y a tout

\* Conférence donnée le 9 janvier 1958.

\*\* Docteur Vétérinaire.

d'abord une commodité certaine à trouver réuni un grand nombre d'animaux d'une même espèce, au lieu de devoir les récolter, par piégeage, sur une vaste étendue.

Ensuite on pare au danger de raréfaction de l'espèce. Les éleveurs ne sont pas des biologistes, ils n'ont aucunement en vue les problèmes d'équilibre biologique de la faune; mais il faut reconnaître qu'ils contribuent à conserver certaines espèces. Le vison sauvage aurait peut-être disparu, si l'homme ne s'était pas mis à en élever!

Enfin on obtient, en élevage, une plus grande qualité. La taille augmente généralement, les sujets sont, d'autre part, sacrifiés au moment optimum. Il est superflu, en contrepartie, de soulever une question à propos de la durée des fourrures « élevées »; elle ne le cède en rien à celles qui viennent du sauvage; c'est un point acquis maintenant.

Quels animaux à fourrure doit-on élever? Du strict point de vue biologique, une foule d'espèces sont propres à être élevées; en ce sens qu'elles s'acclimatent, qu'elles s'accoutument au voisinage de l'homme, qu'elles acceptent la nourriture qu'il leur prépare et qu'elles se trouvent bien des soins qu'il leur ménage. Qu'enfin et surtout, elles se reproduisent régulièrement, ce qui peut être considéré comme le critère d'une parfaite acclimatation.

Mais du point de vue économique, seules les espèces auxquelles le commerce s'intéresse et pour lesquelles il paye un prix de revient deux à trois fois supérieur au prix de revient en captivité, peuvent être élevées. Songera-t-on à entreprendre la production des taupes, des écrevilles ou des rats musqués (*Fiber zibethicus*)? La Foire aux Sauvages de Chalon-sur-Saône, en 1957, indique les prix suivants: taupe: 8 à 12 fr., écrevillon: 40 à 45 fr., rat musqué: 200 à 300 fr. Il n'est donc pas question d'élever de tels animaux (1). Élèvera-t-on des fouines, des loutres ou des martres? Les cours de la sauvagine donnent la fouine à 4.500-5.600 fr., la loutre à 3.500-3.800 fr., la martre à 2.000-3.800 fr. Ces espèces ne peuvent pas faire l'objet d'un élevage rentable.

(1) L'élevage du rat musqué est d'ailleurs interdit en France. Mesure superflue et un peu tardive puisque l'on sait que l'invasion de ce rongeur a pour origine les quelques sujets échappés d'élevages, il y a plus de 20 ans!!!

Tout ceci considéré, il semble qu'actuellement en France on ne puisse songer à travailler qu'avec le vison (*Mustela vison*) le chinchilla (*Chinchilla brevicaudata*) et le myocastor (*Myocastor coypu*).

Nous allons envisager successivement le cas de chacun de ces animaux.

L'élevage du CHINCHILLA découle principalement (c'est du moins l'opinion communément admise) de quelques couples de sujets qui furent piégés dans la Cordillère des Andes, à plus de 2.000 mètres d'altitude, habitat normal de l'espèce. Depuis une quinzaine d'années les élevages de ce rongeur vont en se multipliant aux USA et au Canada. On estime à 2 millions et demi le cheptel de ces pays ! Mais après 15 ans, le seul débouché demeure la vente des reproducteurs. Périodiquement l'une ou l'autre des Associations d'éleveurs de chinchillas d'Amérique du Nord annonce une vente sous le marteau de pelleteries provenant de ses adhérents... la dernière de ces ventes, le 18 juin 1957, fut un échec complet. Trois mille six cents peaux étaient offertes, un seul acheteur se présenta, il fit quelques offres, puis se retira. Voilà à peu près le seul succès commercial de cet article !

A quoi cela tient-il ? D'abord, à la mode. Nous retrouverons toujours cet important facteur psychologique dans l'économie des animaux à fourrure. Il y a peu de demandes en chinchilla, c'est un fait.

En second lieu le peu de succès du chinchilla est dû à une « longévité » peu en rapport avec le prix traditionnel. Vous savez qu'un « coefficient de longévité » a été attribué à chaque fourrure par rapport au chiffre 100 dont s'est vue gratifier la loutre marine (*Enhydra lutris*). C'est ainsi que dans l'ordre décroissant, on rencontre : le vison avec 70, le myocastor avec 25, le chinchilla 15 et, enfin, pour vous fixer les idées : le lapin avec 0,25. Certes le coefficient de longévité, dû à PETERSON, n'est qu'une approximation, mais il indique un ordre de valeur qu'il ne faut pas sous-estimer. Enfin, les utilisateurs de peaux de chinchilla se plaignent d'un manque de qualité et surtout d'uniformité, ce qui amène de grandes difficultés dans l'« assemblage et l'assortiment » des peaux

destinées à la confection d'un vêtement. En 1956 une association coopérative d'éleveurs faisait brûler à Salt Lake City 12.000 peaux jugées impropres à figurer dans une vente. Il semble que le temps n'ait pas encore permis l'amélioration qualitative souhaitable, ce qui, au surplus, est rendu très laborieux par la monogamie de ces animaux.

En outre les reproducteurs offerts sont souvent des *Chinchilla lanigera*, de moindre qualité, alors que la sous-espèce *brevicaudata* est, de l'avis des pelletiers, plus propre à fournir de belles peaux. Ce n'est pas l'avis des Nord-Américains, dont la presque totalité du cheptel est formée de *C. lanigera*!

Autre rongeur le MYOCASTOR ou NUTRIA (encore appelé en pelleterie: RAGONDIN). Il est originaire aussi d'Amérique du Sud, mais non plus des montagnes. Son habitat naturel est dans les plaines marécageuses des deltas et des rios d'Argentine. Il est venu en France dès 1925. On peut dire que jusqu'à ces derniers temps le débouché des éleveurs français était la vente des reproducteurs. Ce n'est que depuis peu qu'ils ont compris qu'il s'agissait de tout autre chose. Des présentations de peaux ont été organisées et des pelletiers, pourtant réticents a priori sur l'élevage français, ont reconnu qu'enfin une homogénéité et une qualité indispensables commençaient à se faire jour dans certains élevages.

Le VISON se présente avec des lettres de noblesse certaines. Il a toujours été commercialisable, même en France. Cependant trop d'éleveurs vivent encore sur la vente des reproducteurs. Cela ne durera pas, car le maximum de visons élevables dans notre pays sera bientôt atteint. L'approvisionnement en viande n'est pas illimité et le vison qui est un carnivore, réclame une ration comportant 50 p. 100 de viande fraîche ou congelée; en tout cas de viande salubre. Les viandes « saisies » dans les abattoirs ne sont pas toutes convenables. Il y a donc là un « facteur limitant » indiscutable. Quoiqu'il en soit, le vison français peut être un vison de qualité. Certaines souches importées sont excellentes et donnent une production qui ne le cède en rien à celle des pays plus anciennement spécialisés.

Ayant exposé très brièvement l'état actuel de l'élevage des animaux à fourrure, voyons maintenant quelles sont les perspectives d'avenir qu'on peut raisonnablement lui reconnaître

En ce qui concerne le CHINCHILLA, soyons franc, nous n'en voyons pas pour le moment. Il est vrai que les impératifs de la mode peuvent changer très rapidement. Le Chinchilla pourrait être désiré par nos compagnes. Elles ont bien porté autrefois du loup, de l'ours, du lièvre ou même du singe. Dans cette hypothèse les éleveurs ne pourraient pas suffire à la demande. Ce serait extrêmement bénéfique mais c'est, en vérité, trop incertain pour qu'on puisse baser là-dessus un espoir de gain. C'est, en tout état de cause, un conseil que nous ne saurions donner.

Le MYOCASTOR paraît avoir devant lui un très bel avenir. Jusqu'alors le malaise est venu du fait que cet animal, relativement facile à élever, trop facile même, a été galvaudé. Il est tombé entre des mains novices pour qui le but n'était que d'obtenir vite 100 ou 200 sujets en partant d'un ou deux couples. Cette conception mathématique de l'élevage ne répond pas au véritable but. Dans ces conditions les pelletiers n'étaient pas enthousiasmés par les peaux qu'on leur proposait. En effet le myocastor, élevé à la diable, avec le seul but d'accroissement numérique que nous vous disions, ne pouvait que manifester avec excès la tendance qu'il possède, de présenter dans une descendance un large éventail de nuances, voisines certes, mais gênantes pour l'assortiment en vue de la confection d'un vêtement.

Ayant vu la nouvelle orientation qu'il convenait de donner à leur entreprise, les éleveurs se sont attachés à rechercher l'uniformité dans la couleur. Pour cela il fallait faire litière d'un des préjugés les plus enracinés chez les éleveurs empiriques, le préjugé de la malignité de la consanguinité. C'est à quoi s'est longtemps heurté l'élevage scientifique du myocastor. Le préjugé n'a pas complètement disparu mais ses effets vont en s'amenuisant tous les jours.

Les incertitudes qu'offre l'avenir du VISON résident d'une part dans une surproduction et d'autre part dans un revirement de la mode.

En effet nous l'avons dit, le vison français est parfaitement commercialisable, du moins dans certaines lignées. Les autres, qui font cependant l'objet de transactions sous forme de reproducteurs « sélectionnés » (sic) ne peuvent conduire qu'à la ruine après une période apparemment brillante. Pourquoi ce renversement de la situation? Parce qu'il est infiniment plus aisé de vendre des reproducteurs que des peaux et parce que le gain est plus élevé. Un reproducteur se vend de 4 à 6 fois le prix de la peau qu'il porte. La clientèle n'est pas la même. On vend un reproducteur à un débutant, donc, par définition quelqu'un qui n'y connaît à peu près rien. Tandis que les acheteurs de pelleteries sont des professionnels, il savent ce qui est bon et sont très pointilleux tant sur la grandeur de la peau, que sur la couleur, la longueur ou la texture du poil et du sous-poil.

Le jour où la vente des reproducteurs sera pratiquement bloquée (notamment parce que le nombre de visons à nourrir absorbera le tonnage de viandes propres à la nourriture des carnivores) force sera à beaucoup de se tourner vers le but ultime et véritable de l'élevage des animaux à fourrure, qui est: la vente des peaux. Que de déceptions alors. Que de peaux refusées ou payées à un prix inférieur au prix de revient. Car l'éleveur, tant qu'il vend son vison 25.000 ou 30.000 fr. n'a guère à se soucier quand il dépense 500 ou 1.000 fr. de plus en frais divers supplémentaires. Mais quand il sera en face de l'acheteur qui lui offre entre 3.000 et 10.000 fr. par peau (mettons en moyenne 7.000 fr.) il regrettera la dépense excessive qui vient amoindrir dangereusement sa marge bénéficiaire honnête et normale.

De cette sorte de crise que nous ne sommes pas seul à prévoir, 8 élevages français sur 10 ne se relèveront pas. Il faut que l'éleveur qui envisage de survivre se persuade qu'il doit produire à un prix très bas des visons de qualité internationale. C'est du domaine des possibilités prochaines.

L'engouement pour l'élevage des animaux à fourrure, du vison en particulier, n'est pas sans inquiéter nombre de nos correspondants qui voient un danger dans une surproduction. Dire que la surproduction n'est pas à craindre serait faux. Ajouter que nous ne croyons pas qu'une surproduction

nationale puisse influencer sur les cours, serait éluder la question.

Certes le vison français peut être utilisé, rien qu'en France. Nous sommes annuellement importateurs de plus de 150.000 peaux. Nos éleveurs pourraient actuellement (si elles étaient toutes de qualité) en vendre quelques milliers seulement. Rien à craindre de ce côté.

Mais les cours sont des cours mondiaux et les gros producteurs que sont les USA, le Canada et les pays baltes et scandinaves lancent déjà sur le marché une masse impressionnante de visons. On estime que 8 millions de peaux ont été vendues en 1957. On prévoit qu'en 1958 le chiffre sera augmenté d'une unité! Pour répondre à une inquiétude qui s'était manifestée chez les éleveurs d'Outre-Atlantique un spécialiste du commerce de la fourrure disait récemment: « Pour peu que la mode continue, la production mondiale en visons sera à peine suffisante pour alimenter le seul marché intérieur des USA. » Voilà qui peut rassurer, mais nous amène immédiatement à la dernière cause d'incertitude. Ainsi qu'il vient d'être dit: « Pour peu que la mode continue... » Continuera-t-elle? C'est l'immense inconnue du problème. On ne peut qu'avancer des hypothèses et les avancer bien prudemment. Chacun connaît les fluctuations de la mode, ses paradoxaux retours en arrière. Elle paraît bien incohérente. On n'arrive pas à dégager de son étude à travers les âges des lois générales. Cependant on peut table sur quelques faits. Par exemple on s'aperçoit tout de suite que ce n'est pas la rareté qui fait la valeur. Le vison à lui tout seul suffit à le prouver. Il est employé depuis le début du XIX<sup>e</sup> siècle, d'abord timidement. Puis vers la moitié du siècle on sait que le Canada fournissait 40.000 peaux par an: des peaux de sauvage, bien entendu. En 1910 ce même pays en vendait 233.000, tandis que parallèlement, de 2 shillings, le prix de la peau passe à 37 shillings. Les utilisateurs s'étaient aperçus de la qualité toute spéciale de cette pelleterie: sa grande longévité, la souplesse et la légèreté de son cuir, etc... L'ensemble de toutes ces qualités, presque unique en la matière, a donné au vison une place de choix en fourrure. En plus de cela, l'apparition et l'élevage en lignées pures de nombreuses

mutations de couleur — on en connaît actuellement plus de 25 — a considérablement élargi le choix possible de la clientèle. Sans oublier de noter que les croisements entre ces mutants provoquent de nouvelles nuances de couleur. On compte plus de 1.000 combinaisons génétiques à ce jour, qui produisent une quarantaine de coloris franchement différents.

De toutes ces considérations peut-on tirer l'assurance que le vison sera toujours apprécié et que les capitaux disponibles peuvent tranquillement être investis dans cet élevage? Certes non. Mais il n'en demeure pas moins que, si une crise grave survenait, qu'elle soit d'origine économique ou psychologique, il y aurait toujours la vente pour de *beaux* visons. Un article abandonné ne l'est jamais totalement et l'humoriste pourrait dire que c'est à ce moment-là qu'il autorise les plus grands espoirs.

Pour nous résumer, l'élevage des animaux à fourrure est techniquement possible en France, rentable ici comme ailleurs, et sans doute même davantage ici qu'ailleurs, si on s'en donne la peine. Mais il faut s'adresser au vison ou au myocastor.

Sous les réserves expresses d'une amélioration de la qualité et d'un abaissement des prix de revient les éleveurs ont de très belles années devant eux. L'élevage du chinchilla ne nous paraît pas recommandable, il faut laisser évoluer les événements avant de se lancer.

Nous ne terminerons pas, enfin, sans entonner notre couplet favori. L'élevage des animaux à fourrure est un Métier, un Métier difficile, qui s'apprend. Il suffit à absorber la journée de travail d'un homme actif. Il demande un soin constant, de la réflexion et de l'étude pour faire fructifier un capital important et sujet à accidents.

Si par votre intermédiaire, mes chers Collègues, nous amenons quelque néophyte à tempérer un enthousiasme excessif, à le faire réfléchir sur les vrais problèmes, en un mot, à ne pas prendre pour argent comptant ce que lui disent les marchands de reproducteurs, nous aurons atteint notre but. En écartant quelques fantaisistes possibles nous aurons rendu service à une profession qui peut et doit prendre un rang honorable dans les Productions Agricoles françaises.

## CAPTURES DE LA COULEUVRE VERTE ET JAUNE DANS LE BARROIS\*

PAR

B. CONDÉ et A. MATHIEU

---

La présence de la Couleuvre verte et jaune (*Coluber viridiflavus viridiflavus* Lacép.) en Lorraine est attestée par la plupart des auteurs qui ont étudié la faune de notre province au siècle dernier.

La première citation lorraine de ce remarquable Serpent semble être celle de HOLLANDRE dans l'*Annuaire de Verrou-nais pour l'an 1826* (p. 314) : « On rencontre quelquefois cette belle Couleuvre dans nos grands bois montagneux ».

FOURNEL (1836), dans sa *Faune de la Moselle*, après une description assez copieuse de l'animal, ajoute (p. 345) : « Cette espèce a les mœurs de la précédente [Couleuvre à collier, *Natrix natrix* L.] (1), mais elle est plus rare et ne se trouve guère que dans nos bois montagneux ».

Les premières indications un peu précises relatives aux stations lorraines de l'espèce sont dues à HOLLANDRE (1836), dans sa *Faune du département de la Moselle*; il écrit (p. 218) : « On rencontre quelquefois cette belle Couleuvre dans les bois montagneux du côté de l'Orne et dans les côtes de la Woivre ».

A. MATHIEU (1843, p. 234) cite l'espèce sans commentaire dans le chapitre « Zoologie » du *Département de la Meurthe* de LEPAGE. H. MATHIEU et coll. (1845, p. 526) l'indiquent de même dans la partie zoologique du *Département des Vosges* de LEPAGE.

*Le Catalogue des Animaux Vertébrés observés et recueil-*

\* Note présentée à la séance du 13 février 1958.

(1) Affirmation contestable. Selon ANGEL (*Faune de France*, 45, 1946, Reptiles et Amphibiens, Lechevalier, Paris), la Couleuvre verte et jaune ne fréquente pas les eaux, ce que fait volontiers la Couleuvre à collier. Ajoutons, toujours d'après ANGEL, que la première est la plus agressive des espèces françaises, la seconde au contraire cherche rarement à mordre.

lis dans le département de la Moselle, dressé par HOLLANDRE (1851), ne l'indique que « dans les bois montagneux du côté de la rivière d'Orne ».

GODRON (1863, p. 383), dans sa *Zoologie de la Lorraine*, considère la Couleuvre verte et jaune comme très rare; il répète les indications fournies par HOLLANDRE en 1836 et y ajoute la « Forêt de haie près de Nancy ». Le volume interfolié de cet ouvrage, ayant appartenu à GODRON (2), porte en outre de la main de son auteur les renseignements suivants: « Vallée de l'Orne à Jœuf; com. à Lamarche, Monthureux-sur-Saône (MATHIEU) (3); Bains (ZEILLER), (coll. Faculté des Sciences...) ».

Un spécimen naturalisé (4) figure en effet dans les collections du Musée de Zoologie de Nancy (inventaire n° 7364); il est lové sur une planchette à la face inférieure de laquelle est écrit: « Bains 1867, don de M. ZEILLER, garde général des forêts ».

BERHER et coll. (1887, p. 273) enfin, l'indiquent « Très rare » dans *Le département des Vosges* de LOUIS.

L'espèce ne semble plus avoir été signalée en Lorraine depuis cette époque.

Mlle TÉTRY (1939, p. 394) se borne à rappeler les citations de HOLLANDRE et de GODRON, et ajoute que les collections du Musée de Zoologie de Nancy possèdent un échantillon provenant de Thionville. Celui-ci s'y trouve en effet (inventaire n° 6052), conservé en alcool (5); son étiquette ne porte ni date de capture, ni indication de collecteur, mais le registre d'inventaire des collections permet de préciser qu'il a été acquis par la Ville de Nancy avant 1886.

(2) Conservé au Laboratoire de Zoologie générale de la Faculté des Sciences de Nancy.

(3) Selon M. Maurice PIERFITTE, de Monthureux-sur-Saône, l'espèce est toujours présente dans cette région où elle paraît assez fréquente sur les coteaux gréseux couverts de broussailles et de Fougères (Communication verbale, 13 février 1958).

(4) Exemplaire de sexe non reconnu, long de 1,40 m environ; 206 plaques ventrales, y compris l'anale, et environ 110 plaques sous-caudales.

(5) ♂, long de 1,10 m environ; 205 plaques ventrales, y compris l'anale, et 108 sous-caudales.

Deux autres représentants de cette espèce se trouvent dans ce Musée: l'un est étiqueté « provenance inconnue », mais l'étiquette est sûrement bien postérieure à l'acquisition de l'animal et celui-ci correspondrait au n° 1094 de l'inventaire « *Zamenis viridiflavus*, Italie, don du Muséum de Paris à la Faculté »; l'autre provient des environs de Besançon (ACOLAT leg.).

« Tous ces renseignements remontent à une période ancienne, conclut TÉTRY, on ne connaît aucune capture récente; l'espèce semble donc avoir disparu de Lorraine. »

D'autre part, M. W. DELAFOSSE qui s'est intéressé à plusieurs reprises à ce Serpent (1954, 1955) a eu l'amabilité de me communiquer (*in litt.*, 3 janvier 1958) qu'il avait questionné en 1955 l'Agent technique des Eaux et Forêts de Moyeuivre, qui occupe le poste depuis longtemps et visite souvent les bois mentionnés par HOLLANDRE; ce forestier lui a répondu qu'il n'avait pas encore rencontré la Couleuvre verte et jaune, et il semble à DELAFOSSE que l'espèce n'existe plus dans cette région ou tout au moins qu'elle y est devenue très rare.

Il ne faut cependant pas perdre de vue que l'observation de ce Serpent présente de réelles difficultés; très agile aux heures chaudes de la journée, il fuit à la moindre alerte et se dissimule sans peine dans les buissons ou parmi les pierres. La découverte récente de cette espèce au Luxembourg (HEUERTZ, 1954), à une quarantaine de km au NE de Thionville, la station lorraine la plus septentrionale connue, est le résultat d'un concours de circonstances exceptionnelles, puisque l'animal a été tué sur la route de Luxembourg à Grevenmacher par un automobiliste assez curieux d'Histoire naturelle pour recueillir sa victime et la communiquer à la rédaction d'un journal local, qui l'a transmise, à son tour, au Musée d'Histoire naturelle de Luxembourg (6).

La plus récente des deux nouvelles captures lorraines que nous signalons ici a été faite par l'un de nous (MATHIEU) sur le territoire de la commune de Fains-les-Sources (Meuse), dans la première quinzaine de juillet 1957, entre 14 et 15 heures, par temps ensoleillé et très chaud, peu avant un orage. L'animal se tenait dans l'herbe croissant au milieu du chemin empierré mal entretenu qui suit la vallée de l'Ornain, sur la rive droite, entre Fains et Bar-le-Duc, à 2 km

(6) Un comportement aussi avisé aurait permis d'identifier un Serpent tué près d'Ecromagny (Haute-Saône) et signalé dans la presse régionale (*L'Est républicain*, 20<sup>e</sup> éd., 28 juillet 1955) sous le titre « Une couleuvre de 3 m 25 ». Renseignements pris auprès de M. MOUREY d'Ecromagny, l'auteur de l'information, l'animal avait été mesuré avec des moyens extrêmement rudimentaires qui ne permettaient pas de garantir la taille extraordinaire annoncée, et son corps jeté dans l'étang le plus proche.

environ au NO de cette dernière localité. A cet endroit, le chemin passe au pied de l'extrémité SO de la côte de Beaulieu, nom désignant le revers méridional d'une colline boisée (bois Hadin) allongée d'O en E; il est à 150 m environ de l'Ornain et à une dizaine de mètres au-dessus de lui; l'altitude est d'environ 190 m. Après avoir traversé une friche, le chemin s'engage, sur une centaine de mètres, dans un boqueteau de feuillus qui s'étend un peu vers la rivière et remonte à flanc de coteau, sans rejoindre toutefois le bois Hadin dont il est séparé par des friches. Ce petit bois s'est développé assez récemment sur l'emplacement d'anciennes vignes dont les murs de soutènement subsistent, notamment en bordure du chemin. La Couleuvre, au moment où elle fut aperçue, était à l'orée SE du bois et se dirigeait vers celui-ci en suivant le chemin; elle fut immobilisée à l'aide d'un bâton avant d'avoir eu le temps de se défendre, puis tuée à coups de pierres et décapitée.

L'animal n'a pas été mesuré avec précision et seule la tête et un fragment du cou ont été conservés et placés dans le formol; cette pièce a été donnée au Musée de Zoologie de Nancy où elle est inscrite sous le n° 9895. La longueur totale du Serpent a été estimée approximativement à 1,20 m; la tête, mesurée de l'extrémité de la rostrale à la dernière labiale supérieure, est longue de 2,7 cm (l'exemplaire luxembourgeois était long de 133 cm, dont 3 pour la tête). Le sexe n'a malheureusement pas été reconnu.

M. LEPAPE, garde forestier à Chardogne, qui visite souvent la forêt de Massonge, important massif situé immédiatement au N du bois Hadin, n'a pu donner à A. MATHIEU aucun renseignement précis sur les Serpents de cette région; il se souvient seulement avoir vu une grosse Couleuvre dans le vallon d'Harauval, mais ne peut en donner une description exacte.

Par contre, M. G. FIZAINE, Professeur de Sciences naturelles au Lycée de Bar-le-Duc, nous a aimablement communiqué un spécimen de Couleuvre verte et jaune appartenant aux collections de cet Etablissement. L'animal, un ♂ de 1,35 m de long (202 plaques ventrales, y compris l'anale, et 111 sous-caudales), a été tué en 1954 par un élève du Lycée

au cours d'une excursion sur le plateau connu à Bar-le-Duc sous le nom de « La Fédération » et situé un peu au S de la côte de Beaulieu, de laquelle il est séparé par un vallon large de 100 à 200 m.

Il serait souhaitable que la Couleuvre verte et jaune fût recherchée en Lorraine, car il est certain que ce remarquable Serpent y existe toujours. Il semble que les stations xérothermiques, qui sont riches en espèces méridionales, devraient être prospectées avec un soin particulier. On veillerait naturellement à prendre de préférence les spécimens vivants, afin de les remettre en liberté après détermination et de ne pas contribuer à l'extinction locale d'une forme aussi intéressante (7).  
(Faculté des Sciences de Nancy, Zoologie générale.)

#### BIBLIOGRAPHIE

1887. BERHER (E.) et coll. — Catalogue des Animaux vertébrés et invertébrés existant dans les Vosges, in: LOUIS (L.), Le département des Vosges. Description - Histoire - Statistique, vol. 3 (Zoologie, Géologie, Minéralogie), Busy, Epinal, 390 p.
1954. DELAFOSSE (W.). — Les Ophidiens en Moselle et leurs morsures (*C. R. mensuel Soc. Hist. nat. Moselle* (ronéotypé), n° 72).
1955. — — — A propos de Serpents. *Ibid.*, n° 84).
1836. FOURNEL (L.). — Faune de la Moselle, 1<sup>re</sup> partie. Mammifères, Oiseaux, Reptiles, Poissons et Mollusques, Verronnais, Metz, 512 p.
1863. GODRON (D.-A.). — Zoologie de la Lorraine ou Catalogue des animaux sauvages observés jusqu'ici dans cette ancienne province (*Mém. Acad. Stanislas*, 1862 (1863), p. 355-643).
1954. HEUERTZ (M.). — Capture d'une couleuvre verte et jaune (*Coluber viridiflavus viridiflavus* Lacép.) au G.-D. de Luxembourg. (*Arch. Inst. Grand-Ducal Luxembourg, Sec. Sc. nat., phys., math.*, N.S., 21, p. 71-80).
1826. HOLLANDRE (J.). — Suite de la Faune du département de la Moselle et principalement des environs de Metz (*Annuaire de Verronnais pour l'an 1826*, 23<sup>e</sup> année, Verronnais, Metz).
1836. — — — Faune du département de la Moselle, Animaux Vertébrés, Mammifères, Oiseaux, Reptiles et Poissons, Thiel, Metz, 282 p.
1851. — — — Catalogue des Animaux Vertébrés observés et recueillis dans le département de la Moselle. (*Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, 6 p., 87-132).
1843. MATHIEU (A.). — Zoologie, in: LEPAGE (H.), Le département de la Meurthe, statistique historique et administrative, 1<sup>re</sup> partie, Peiffer, Nancy, p. 223-267.
1845. MATHIEU (H.) et coll. — Zoologie, in: LEPAGE (H.), Le département des Vosges, statistique historique et administrative, 1<sup>re</sup> partie, Peiffer, Nancy, p. 517-660.
1939. TÉTRY (Mlle A.). — Contribution à l'étude de la faune de l'Est de la France (Lorraine). (*Bull. Soc. Sc. Nancy, Mém. n° III*, 453 p.).

(7) Pendant l'impression de cette note, P. MAUBEUGE nous communique qu'il a observé le 20 avril 1958, dans les carrières abandonnées de Roches-sur-Marne, près de Chamouilley, canton de Saint-Dizier (Haute-Marne), un Serpent d'environ 1,20 m de long correspondant au signalement de la Couleuvre verte et jaune; l'animal qui se tenait parmi les rocailles et les buissons épineux s'est montré d'abord agressif, puis a pris la fuite.

ETUDE DE L'ACTION DU pH ET DU SEL  
SUR LE DEVELOPPEMENT DU *PENICILLIUM GLAUCUM*\*

PAR

A. MASSON

---

INTRODUCTION

Une étude récente ayant été faite sur l'action du sel vis-à-vis du *Penicillium candidum* (*P. Camemberti* var. *rogeri* THOM.) principal agent de l'affinage des fromages dits à pâte fleurie (type Camembert), il est intéressant de connaître l'action du sel envers le *Penicillium glaucum* (*P. expansum* LINK) autre moisissure que l'on rencontre fréquemment en fromagerie, puisqu'elle est responsable d'un accident de fabrication connu sous le nom de « bleu ». C'est donc en fromagerie de pâte fleurie une moisissure nuisible, les fromages atteints de « bleu » ayant un aspect et une odeur désagréables. Il est donc très utile de connaître les réactions du *Penicillium glaucum* vis-à-vis des différents sels commerciaux utilisés pour le salage des fromages, et en particulier vis-à-vis des sels dont on a corrigé le pH en vue de l'amélioration du développement du *Penicillium candidum* (1).

Voici défini l'objet de ce travail qui comprendra trois parties :

1. Rôle du pH et de la teneur du NaCl sur la croissance de *P. glaucum*, en culture pure sur milieu artificiel.
2. Influence des sels commerciaux sur la croissance de *P. glaucum*.
3. Influence des sels commerciaux traités (c'est-à-dire à pH corrigé donnant un accroissement optimum pour *P. candidum*) sur la croissance de *P. glaucum*.

\* Note présentée à la séance du 13 février 1958. Travail effectué à l'Ecole de Laiterie de Nancy en 1955.

(1) Cf. L'étude de l'action du sel sur le développement du *Penicillium candidum*. MENDEZ (R.), D.E.S. Biologie, Nancy, Mai 1955.

Travaux de l'Ecole de Laiterie, n° 2, mars 1958.

## PREMIERE PARTIE

### Influence du pH et de NaCl pur sur la croissance du *Penicillium glaucum*

Les essais sont réalisés à des pH compris entre 2 et 10, et pour des concentrations en NaCl de 1 à 10 % (pH et concentrations = limites industrielles, à savoir : fromage à l'entrée au haloir : pH = 4,5 à 5,5 ; fromage à la sortie du haloir : pH = 7-7,5 ; concentration : salage normal = 3-3,5 % en poids de fromage humide).

#### I. — TECHNIQUE

##### A. — Souche de *Penicillium glaucum*

###### *Isolement*

Un isolement de *P. glaucum* ayant été effectué le 29-7-1955 sur Gruyère, nous avons fabriqué un fromage type Camembert, qui futensemencé avec une suspension de *P. glaucum* provenant de cet isolement.

Un premier isolement sur Camembert (pH de la croûte = 6,95) fut effectué le 4-8-1955.

Ces isolements sont effectués à la dilution —6 sur milieu au lait digéré à la papaine doublement gélosé ajusté à pH = 3,5.

Incubation 4 jours à 30°.

Les colonies obtenues sur boîte de Pétri sont à nouveau mises en suspension dans 9 cc d'eau physiologique, diluées à —3, puisensemencées sur boîtes de Pétri et même milieu. Incubation 4 jours à 30°.

Après contrôle au microscope, les cultures sontensemencées sur milieu de CZAPECK en tube incliné gélosé. Le *P. glaucum* est repiqué tous les 5 jours et incubé à 20°.

##### B. — Mode opératoire

###### *pH du milieu*

Le pH est ajusté à froid. Pour la zone acide (de 2 à 6,1), on utilise HCl N/5, à savoir :

1,25 cc	pour 5 cc de milieu	=	pH 2
0,65 cc	— — —	=	pH 3
0,40 cc	— — —	=	pH 4
0,20 cc	— — —	=	pH 5
0,05 cc	— — —	=	pH 6

Pour les pH supérieurs (de 6,1 à 10) on utilise NaOH N/5, à savoir :

0,05 cc	pour 5 cc de milieu	=	pH 7
0,20 cc	— — —	=	pH 8
0,30 cc	— — —	=	pH 9
0,45 cc	— — —	=	pH 10

Les solutions HCl N/5 et NaOH N/5 ainsi que les milieux sont stérilisés séparément 20 minutes à 118°. Les pH sont vérifiés avant emploi par des tubes témoins au pHmètre Jouan à trèfle cathodique.

#### *Méthode d'ensemencement*

Nous préparons un inoculum de 500 cc à partir d'une culture de *P. glaucum* sur tube incliné. Cette suspension contrôlée à la dilution —6 nous ayant donné 75.000.000 de spores au centimètre cube, nous la diluons 20 fois de manière à obtenir une suspension de 4 à 5.000.000 de spores: ceci afin de travailler dans les mêmes conditions que pour l'étude sur *P. candidum* (il est à noter que le nombre de spores ne semble pas avoir d'influence sur les résultats, des essais ayant été faits avec 75.000.000, 4.000.000 et 400.000 spores au centimètre cube: on obtient des résultats identiques).

1 cc d'inoculum est ensemencé en boîte de Pétri sur chaque milieu. Tous les milieux, ainsi que les témoins, sont en double exemplaire. Une pipette stérile est nécessaire pour l'ensemencement de chaque boîte. L'incubation a lieu à 20°.

## II. — RÉSULTATS

### A. — *Influence du pH sur la croissance du Penicillium glaucum*

5 séries d'essais. Chaque essai: 20 boîtes de Pétri, 2 boîtes pour chacun des pH de 2 à 10, et 2 boîtes pour les témoins, examinées après 3, 6 et 10 jours.

*Notation des résultats:*

- ++ = croissance optimum: toute la surface du milieu est recouverte de feutrage mycélien.
- + = croissance normale: la surface du milieu est envahie de colonies denses mais encore espacées les unes des autres.
- ± = rares colonies: la surface du milieu ne porte que quelques colonies disséminées.
- = pas de colonies.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous:

pH	PENICILLIUM GLAUCUM			PENICILLIUM CANDIDUM (d'après R. Mendez)		
	3 <sup>me</sup> jour:	6 <sup>me</sup> jour:	10 <sup>me</sup> jour:	3 <sup>me</sup> jour:	6 <sup>me</sup> jour:	10 <sup>me</sup> jour:
2	-	-	-	-	-	-
3	±	++	++	+	+	+
4	+	++	++	+	++	++
5	+	++	++	+	++	++
6	+	++	++	+	+	+
7	++	++	++	+	+	+
8	+	++	++	±	+	+
9	+	++	++	-	±	±
10	+	++	++	-	-	-

L'étude de ces résultats permet de constater les faits suivants :

<i>P. glaucum</i>	<i>P. candidum</i>
— Pas de croissance à pH 2 après 3, 6 et 10 jours.	id.
— Après 3 jours : croissance normale de pH 3 à pH 10 avec optimum à pH 7.	— Après 3 jours : croissance normale de pH 3 à pH 7.
— Après 6 et 10 jours : croissance optimum pour les pH de 3 à 10.	— Après 6 et 10 jours : croissance normale de pH 3 à pH 8 avec optimum pour pH 4 et pH 5.

On s'aperçoit d'après ces résultats que le *P. candidum* est beaucoup plus sensible à la réaction du pH que le *P. glaucum*, ce dernier s'adaptant à presque toute la gamme des pH acides et alcalins.

B. — *Influence de la concentration en sel sur la croissance du Penicillium glaucum*

5 séries d'essais. Chaque essai : 18 boîtes de Pétri, 2 boîtes pour chacune des concentrations : 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 %, 7 %, 9 %, 10 % et 2 pour les témoins.

Le milieu est salé avec du NaCl pur cristallisé (R.P.).

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

NaCl%	PENICILLIUM GLAUCUM			PENICILLIUM CANDIDUM (d'après R. Mendes)		
	3me jour:	6me jour:	10me jour:	3me jour:	6me jour:	10me jour:
1	++	++	++	+	+	+
2	+	++	++	+	+	+
3	+	+	++	+	++	+
4	±	+	+			
5	±	±	+	+	+	+
7	±	±	+	-	±	+
9	±	±	±	-	-	±
10	±	±	±	-	-	±

*P. glaucum*

- Croissance optimum à 1 % après 3 jours, 1 et 2 % après 6 jours, 1, 2 et 3 % après 10 jours.
- Croissance normale jusqu'à 3 % après 3 jours, 4 % après 6 jours, 7 % après 10 jours.

*P. candidum*

- Croissance optimum à 3 % après 6 jours.
- Croissance normale de 1 à 5 % après 6 jours, et de 1 à 7 % après 10 jours.

De ces résultats, on peut tirer les conclusions suivantes:

1. *Penicillium glaucum* est plus sensible à la concentration en sel que *P. candidum*, son développement étant fortement diminué pour une dose égale à 4 %, ceci dès le 3<sup>e</sup> jour de sa croissance.

2. Au contraire, une concentration en sel de 3 % a une action très favorable au développement du *P. candidum* et ceci dès le 6<sup>e</sup> jour de sa croissance. L'idéal serait de pouvoir saler les fromages à 4 %; malheureusement on nuirait au goût des fromages par suite d'un léger excès de sel.

C. — Influence du pH et du sel à différentes concentrations sur la croissance du *Penicillium glaucum*

3 séries d'essais. Chaque essai: 162 boîtes de Pétri, 2 boîtes pour chaque pH à différentes concentrations en sel et 2 boîtes pour les témoins.

Les résultats sont consignés dans les tableaux suivants:

I. — Après 3 jours

pH	PENICILLIUM GLAUCUM								PENICILLIUM CANDIDUM (d'après R. Mendes)							
	NaCl								NaCl							
	1%	2%	3%	4%	5%	7%	9%	10%	1%	2%	3%	5%	7%	9%	10%	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	++	++	++	++	++	±	±	±	+	+	+	+	±	-	-	
4	++	++	++	++	+	±	±	±	+	+	++	+	±	-	-	
5	++	++	++	++	+	±	±	±	+	+	++	+	±	-	-	
6	++	++	+	+	+	±	±	±	+	+	+	+	±	-	-	
7	++	++	+	+	+	±	±	±	+	+	+	+	±	-	-	
8	++	+	+	+	+	±	±	±	+	+	+	+	±	-	-	
9	++	+	+	+	+	±	±	±	±	±	±	±	-	-	-	
10	++	+	+	+	+	±	±	±	-	-	-	-	-	-	-	

2 — Après 6 jours

pH	PENICILLIUM GLAUCUM									PENICILLIUM CANDIDUM (d'après R. Mendez)							
	NaCl									NaCl							
	1%	2%	3%	4%	5%	7%	9%	10%	1%	2%	3%	5%	7%	9%	10%		
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	±	±	±	±	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-		
4	+	±	±	±	±	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-		
5	+	±	±	±	±	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-		
6	+	±	±	±	±	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-		
7	±	±	±	±	±	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-		
8	±	±	±	±	-	-	-	-	±	±	±	±	-	-	-		
9	±	±	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10	±	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

3 — Après 10 jours

pH	PENICILLIUM GLAUCUM									PENICILLIUM CANDIDUM (d'après R. Mendez)							
	NaCl									NaCl							
	1%	2%	3%	4%	5%	7%	9%	10%	1%	2%	3%	5%	7%	9%	10%		
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	++	++	++	+	+	±	-	-	+	+	+	+	±	-	-		
4	++	++	++	+	+	±	±	±	+	+	++	+	±	-	-		
5	++	++	+	±	±	±	±	±	+	+	++	+	±	-	-		
6	++	++	+	±	±	±	±	±	+	+	+	+	±	-	-		
7	++	++	+	±	±	±	±	±	+	+	+	+	±	-	-		
8	++	+	+	±	±	±	±	±	+	+	+	+	-	-	-		
9	++	+	±	±	±	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10	++	+	±	±	±	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Ces trois tableaux sont suffisamment parlants pour se rendre compte des différences d'accroissement des deux *Penicillium* aux divers stades de leur végétation.

De ces résultats, nous pouvons déduire que la croissance de *P. glaucum* est nulle à pH = 2 quelles qu'en soient la concentration en sel et la durée de végétation, et, ce qui est plus important, c'est qu'après 10 jours nous avons un développement à tous les autres pH et à toutes les concentrations (avec évidemment une gamme décroissante dans le sens des pH de 3 à 10 et des concentrations de 1 % à 10 %. Voir photographies après 6 et 10 jours).

### III. — CONCLUSIONS

De ces essais, il ressort que :

1. La croissance du *P. glaucum* est plus rapide que celle du *P. candidum*.
2. Le *P. glaucum* est très peu sensible à la réaction du pH.
3. Le *P. glaucum* est plus sensible à la concentration en NaCl que le *P. candidum* (pour lequel une concentration à 3 % a une action favorisante), mais ceci n'est cependant valable qu'en début de végétation, car en fin de végétation, c'est-à-dire dans le cas qui nous intéresse, après 10 jours, on constate un faible développement du *P. glaucum* aux pH 9 et 10 ainsi qu'aux concentrations 9 et 10 % (pH et concentrations où nous n'avons aucun développement pour *P. candidum*).

## DEUXIEME PARTIE

### **Influence des sels commerciaux sur la croissance de *Penicillium glaucum***

Cette étude consiste à comparer le développement du *P. glaucum* en présence des différents sels mis à la disposition de l'industrie fromagère.

R. MENDEZ ayant déterminé les pH de ces sels en fonction de leur concentration, nous nous bornerons à les énu-

mérer en indiquant leur pH respectif en solution à 3 % (cette concentration étant celle des conditions de l'expérience).

*Sels commerciaux utilisés:*

Sel n° 2 amélioré traité au $MgCO_3$ . . . . .	pH = 9,5
Sel n° 2 amélioré . . . . .	pH = 6,1
Sel 9 heures séché traité au $MgCO_3$ . . . . .	pH = 9,6
Sel 9 heures séché . . . . .	pH = 6,3
Sel de mer . . . . .	pH = 5,6
Sel de flamme . . . . .	pH = 7,0

*A. Méthode d'étude*

La méthode d'étude employée est la même que pour *P. candidum*, c'est-à-dire par pesée du mycelium cultivé sur milieu de NIELSEN et HARTELIUS.

Rappelons brièvement la technique employée:

1.000 cc du milieu de N. et H. sontensemencés avec 0,2 % de filtrat obtenu à partir d'une souche pure de *P. glaucum* cultivée en tube incliné sur milieu de CZAPECK.

Le nombre de spores est contrôlé par dilution à — 6; nous obtenons en moyenne 5 millions de spores au centimètre cube.

Le milieuensemencé est réparti dans des erlenmeyers de 150 cc à raison de 30 cc par fiole. Les erlens ont été stérilisés à 160° pendant 3 heures. Nous ajoutons ensuite dans chaque erlen 3 cc d'une solution stérile de sel à 30 % de façon à ce que la concentration en sel du milieu soit de 3 %. Aux fioles témoins, nous ajoutons 3 cc d'eau stérile, de manière à opérer sur le même volume que celui des milieux salés. Dès l'ensemencement, les erlenmeyers sont incubés à 20°.

Après 3, 6 et 10 jours, on procède à la récolte et à la pesée de la moisissure. La culture est filtrée au travers d'un creuset filtrant de porosité n° 4 Pyrex n° 172.114. Ces creusets sont lavés avant filtration avec une solution de  $NO_3H$  à 5 % pendant 10 minutes à ébullition, rincés à l'eau distillée, séchés à l'étuve à 105° jusqu'à poids constant. Les creusets pesés, on procède à la filtration avec fiole et trompe à vide. Les cultures sont mises à l'étuve en vue de leur dessiccation pendant un temps variant de 2 à 4 heures.

B. Résultats:

Les résultats de ces essais sont consignés dans les deux tableaux suivants:

Croissance du *Penicillium glaucum*  
en présence des sels commerciaux.

Essais	Cultures	3 <sup>me</sup> jour	6 <sup>me</sup> jour	10 <sup>me</sup> jour
		poids (mg)	poids (mg)	poids (mg)
1 <sup>er</sup> essai	Témoin	64	126	120
	Sel pur	32	73	60
	S <sub>1</sub>	12	99	105
	S <sub>2</sub>	36	59	63
	S <sub>3</sub>	23	100	113
	S <sub>4</sub>	38	76	78
	S <sub>5</sub>	48	86	68
S <sub>6</sub>	53	90	69	
2 <sup>me</sup> essai	Témoin	52	140	145
	Sel pur	65	70	64
	S <sub>1</sub>	8	59	103
	S <sub>2</sub>	51	69	66
	S <sub>3</sub>	9	88	120
	S <sub>4</sub>	47	90	81
	S <sub>5</sub>	43	93	92
S <sub>6</sub>	67	50	78	
3 <sup>me</sup> essai	Témoin	13	146	135
	Sel pur	11	67	67
	S <sub>1</sub>	17	79	111
	S <sub>2</sub>	8	65	73
	S <sub>3</sub>	13	104	107
	S <sub>4</sub>	8	85	76
	S <sub>5</sub>	13	99	70
S <sub>6</sub>	10	82	73	
4 <sup>me</sup> essai	Témoin	44	134	126
	Sel pur	41	72	73
	S <sub>1</sub>	19	83	100
	S <sub>2</sub>	27	81	65
	S <sub>3</sub>	22	108	98
	S <sub>4</sub>	39	89	75
	S <sub>5</sub>	41	86	71
S <sub>6</sub>	32	75	68	

S<sub>1</sub> = Sel n° 2 amélioré traité au MgCO<sub>3</sub>.

S<sub>2</sub> = Sel n° 2 amélioré.

S<sub>3</sub> = Sel 9 heures séché traité au MgCO<sub>3</sub>.

S<sub>4</sub> = Sel 9 heures séché.

S<sub>5</sub> = Sel de mer.

S<sub>6</sub> = Sel de flamme.

Poids moyen des récoltes.

Cultures	3 <sup>me</sup> jour	6 <sup>me</sup> jour	10 <sup>me</sup> jour
Témoin	43,2 mg	136,5 mg	131,5 mg
Sel pur	37,2 mg	70,5 mg	66,0 mg
S 1	14,0 mg	80,0 mg	104,7 mg
S 2	30,5 mg	68,5 mg	66,7 mg
S 3	16,7 mg	100,0 mg	109,5 mg
S 4	33,0 mg	85,0 mg	77,5 mg
S 5	36,2 mg	91,0 mg	75,2 mg
S 6	40,5 mg	74,2 mg	72,0 mg

S1 = Sel n° 2 amélioré traité au MgCO<sub>3</sub>.

S2 = Sel n° 2 amélioré.

S3 = Sel 9 heures séché traité au MgCO<sub>3</sub>.

S4 = Sel 9 heures séché.

S5 = Sel de mer.

S6 = Sel de flamme.

D'après ces résultats, nous constatons les faits suivants:

1. Le NaCl *pur* exerce une action défavorable sur la croissance du *P. glaucum*. Nous avons toujours un poids supérieur de mycelium avec le milieu témoin non salé. C'est la réaction inverse qui se produit avec le *P. candidum*.

2. Nous constatons un retard dans la croissance du *P. glaucum* avec les deux sels commerciaux traités au MgCO<sub>3</sub>, retard qui s'exerce jusqu'au 3<sup>e</sup> jour de croissance, mais qui s'annule au 6<sup>e</sup> jour pour être finalement largement dépassé au 10<sup>e</sup> jour puisque nous avons ici des poids de mycelium supérieurs à ceux des autres sels commerciaux non traités au MgCO<sub>3</sub>.

3. Pour les sels non carbonatés, ainsi que pour les témoins, la croissance semble être stoppée au 6<sup>e</sup> jour; en effet nous avons au 10<sup>e</sup> jour des poids semblables à ceux du 6<sup>e</sup> jour, et même quelque peu inférieurs (ceci paraît assez curieux; se-

rait-ce dû à l'acidification du milieu? En effet, si l'on prend le pH du milieu témoin, nous avons un pH de 4,2 avant ensemencement: 2,8 après 3 jours de culture; 2,3 après 6 jours et 2 après 10 jours. D'autre part, nous avons vu dans la première partie de cette étude que le *P. glaucum* ne se développait pas à pH 2).

### Remarque

Ces essais ayant été effectués à la température constante de 20°, il se trouve que la série pesée après 3 jours du 3<sup>e</sup> essai ayant été incubée à 19°, nous avons obtenu avec les sels traités au MgCO<sub>3</sub> un poids de mycelium supérieur à celui des récoltes provenant des sels non traités au MgCO<sub>3</sub>. Evidemment, on ne peut tirer de ce seul fait une conclusion valable puisque l'essai n'a été réalisé qu'une seule fois; cependant, il serait intéressant d'étudier l'action de la température et, par suite, du dégagement de CO<sub>2</sub> que l'on sait nuisible au *P. glaucum*, sur ces sels traités au MgCO<sub>3</sub>.

## TROISIEME PARTIE

### Influence des sels commerciaux traités sur la croissance de *Penicillium glaucum*

Le pH des sels commerciaux, en général trop alcalin pour un développement rapide du *Penicillium candidum*, est corrigé par addition de (PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Ca, ce qui a, pour effet d'obtenir des sels dont le pH est voisin de 5.

Ces sels traités ayant donné de bons résultats (en particulier les sels carbonnatés) sur *P. candidum*, il y a lieu d'étudier leur comportement vis-à-vis du *P. glaucum*. C'est l'objet de cette troisième partie où les mêmes sels commerciaux sont repris, additionnés de (PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Ca dans les proportions suivantes:

Sel de flamme . . . . .	0,08 %	= pH 5
Sel de mer . . . . .	0,03 %	= pH 4,9
Sel n° 2 amélioré non traité . . . . .	0,03 %	= pH 5,1

Sel 9 heures séché non traité ..... 0,03 % = pH 5  
 Sel n° 2 amélioré traité ..... 1,60 % = pH 5  
 Sel 9 heures séché traité ..... 1,60 % = pH 4,95

Les résultats sont consignés dans les deux tableaux suivants :

Croissance du *Penicillium glaucum* en présence des sels commerciaux traités par le phosphate monocalcique.

Essais	Cultures	3me jour	6me jour	10me jour
		poids (mg)	poids (mg)	poids (mg)
1er essai	Témoin	17	130	132
	Sel pur	16	70	80
	S 1	13	211	124
	S 2	13	72	75
	S 3	30	177	120
	S 4	40	84	80
	S 5	14	105	87
	S 6	15	112	95
2me essai	Témoin	19	129	129
	Sel pur	17	75	57
	S 1	27	123	190
	S 2	16	78	67
	S 3	21	224	152
	S 4	32	76	65
	S 5	20	81	83
	S 6	18	93	62
3me essai	Témoin	27	144	144
	Sel pur	15	71	70
	S 1	20	146	139
	S 2	17	74	84
	S 3		167	117
	S 4	18	105	81
	S 5	14	104	80
	S 6	16	109	79
4me essai	Témoin	46	135	146
	Sel pur	41	66	66
	S 1	99	144	118
	S 2	37	68	64
	S 3	43	155	160
	S 4	48	103	80
	S 5	31	84	71
	S 6	39	99	76

S1 = Sel n° 2 amélioré traité au MgCO<sub>3</sub>.  
 S2 = Sel n° 2 amélioré.  
 S3 = Sel 9 heures séché traité au MgCO<sub>3</sub>.  
 S4 = Sel 9 heures séché.  
 S5 = Sel de mer.  
 S6 = Sel de flamme.

Poids moyen des récoltes.

Cultures	3 <sup>me</sup> jour	6 <sup>me</sup> jour	10 <sup>me</sup> jour
Témoin	27,2 mg	134,5 mg	137,7 mg
Sel pur	22,2 mg	70,5 mg	68,2 mg
S 1	39,7 mg	<u>156,0</u> mg	142,7 mg
S 2	20,7 mg	73,0 mg	72,5 mg
S 3	31,3 mg	<u>180,7</u> mg	137,2 mg
S 4	34,5 mg	92,0 mg	76,5 mg
S 5	19,7 mg	93,5 mg	80,2 mg
S 6	26,5 mg	103,2 mg	78,0 mg

S1 = Sel n° 2 amélioré traité au Mg CO<sub>3</sub>.

S2 = Sel n° 2 amélioré.

S3 = Sel 9 heures séché traité au MgCO<sub>3</sub>.

S4 = Sel 9 heures séché.

S5 = Sel de mer.

S6 = Sel de flamme.

D'après le tableau des poids moyens des récoltes, on se rend compte de façon très frappante du danger que présente l'addition de  $(\text{PO}_4)_2\text{H}_4\text{Ca}$ , dans les divers sels commerciaux et en particulier dans les sels traités au MgCO<sub>3</sub>. En effet, nous avons pour ces sels carbonatés des poids de mycelium supérieurs à ceux des témoins et ceci dès le 6<sup>e</sup> jour de croissance. On risque donc en utilisant ces sels traités au MgCO<sub>3</sub> et au  $(\text{PO}_4)_2\text{H}_4\text{Ca}$  de favoriser une attaque de bleu dans un hâloir si par malheur quelques spores de *P. glaucum* s'y trouvent (ceci était d'ailleurs à prévoir, car on connaît suffisamment la valeur énergétique des phosphates mono et bicalciques qui ne sont autres que les superphosphates couramment utilisés comme engrais de base en agriculture).

### CONCLUSIONS GÉNÉRALES

De cette étude sur le *Penicillium glaucum* nous pourrions tirer les conclusions suivantes :

1. Le *P. glaucum* en culture pure est peu sensible aux variations de pH ainsi qu'aux différentes concentrations en NaCl. (Développement nul à pH 2; retard végétatif pour des doses égales ou supérieures à 7 % de NaCl).

A noter toutefois un optimum de végétation à pH 7 (ceci étant confirmé dans la pratique fromagère où l'attaque du bleu se déclare souvent lorsque le pH des fromages se trouve aux environs de 7 - 7,4, ceci étant d'autant plus vrai lorsque nous avons affaire à une faible attaque du bleu, car en cas de forte contamination nous pouvons subir une invasion de bleu à pH 4,5).

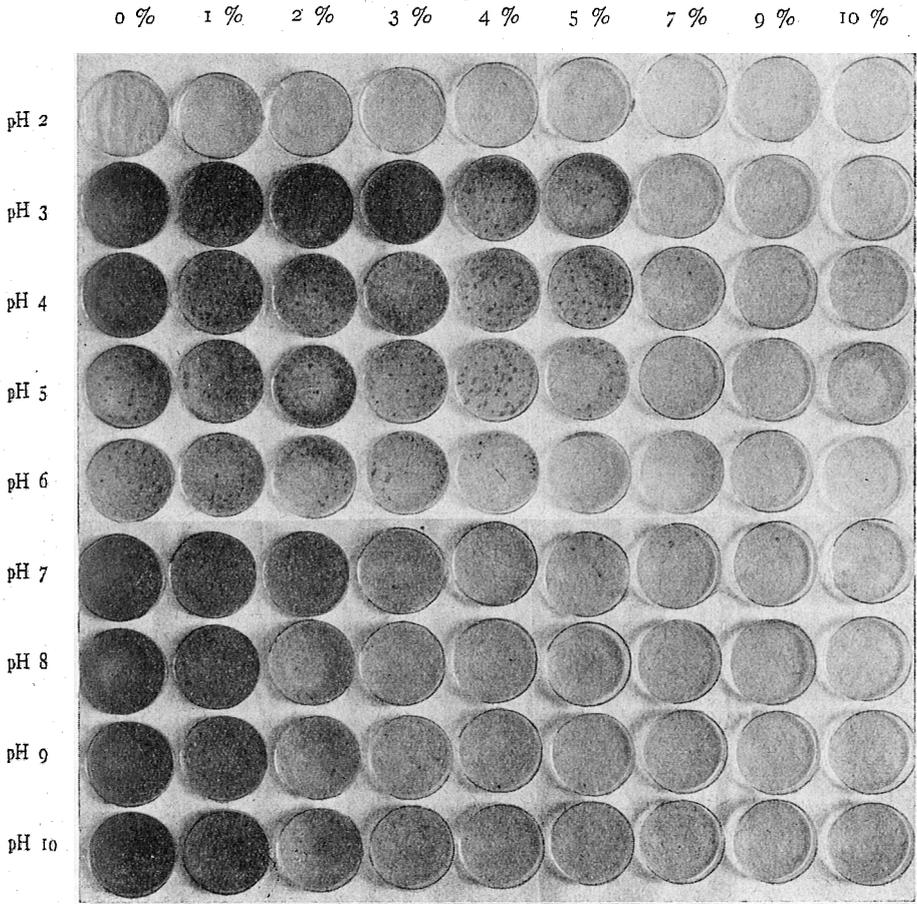
2. La croissance du *P. glaucum* en culture pure atteint son maximum en 6 jours (pas de poids supérieur de mycelium après 10 jours de culture).

3. Une concentration en NaCl pur de 3 % en milieu liquide diminue de 50 % le pouvoir végétatif du *P. glaucum* après 6 jours de culture.

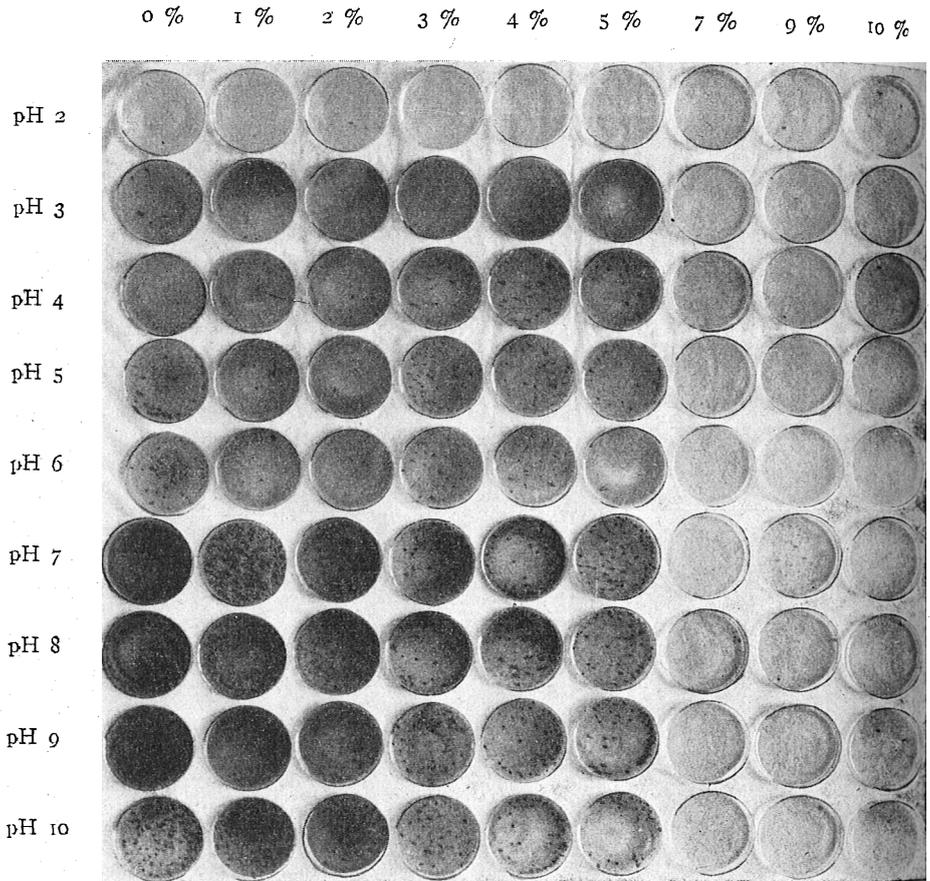
4. Danger de l'emploi de  $(\text{PO}_4)_2\text{H}_4\text{Ca}$  comme correcteur de pH, son action étant par trop favorable au développement du *P. glaucum* (en particulier lorsqu'il est additionné aux sels carbonatés).

---

*Penicillium glaucum* après 6 jours de culture.  
NaCl



*Penicillium glaucum* après 10 jours de culture.  
NaCl



**DE L'ELECTROPHORESE DE TISELIUS  
A L'IMMUNO-ELECTROPHORESIE DE GRABAR (1):  
DIFFERENTES ETAPES DANS L'INVESTIGATION  
DES PROTEINES DES MILIEUX BIOLOGIQUES\***

PAR

René FRENZ\*\*

---

Dans l'étude du phénomène mystérieux qu'est la Vie, les biochimistes ont reconnu depuis longtemps l'importance fondamentale des agrégats complexes que sont les protéines. Certaines ne représentent peut-être que des matériaux dans la construction cellulaire; d'autres, comme les hormones, les enzymes, les virus, les toxines, participent plus directement aux processus physiologiques. Mais toutes sont également indispensables et il ne faut pas s'étonner si depuis plus de 100 ans d'innombrables chercheurs se sont efforcés de mettre au point des méthodes de plus en plus fines pour étudier leur nature, leur structure et leur rôle.

A l'arsenal biochimique considérable qui en est résulté, l'électrophorèse de TISELIUS, l'électrophorèse sur papier et, tout récemment, l'immuno-électrophorèse de GRABAR, ont ajouté des armes très efficaces.

Vous en jugerez vous-mêmes lorsque nous aurons rappelé le principe même de l'électrophorèse libre et que nous aurons décrit ensuite quelques techniques d'électrophorèse sur support. Nous accorderons une attention particulière à l'immuno-électrophorèse en gélose de GRABAR et WILLIAMS.

(1) Je tiens à remercier très vivement M. le Professeur GRABAR pour la bienveillance avec laquelle il m'a permis de m'initier, en mai 1956, dans son remarquable service de Chimie microbienne à l'Institut Pasteur de Paris, à la pratique de la méthode dont il est l'auteur.

\* Conférence donnée le 13 février 1958.

\*\* Chef de travaux à la Faculté des Sciences de Nancy.

L'électrophorèse est le déplacement de particules chargées électriquement, en solution ou en suspension dans un liquide, à travers un champ électrique.

Le phénomène est connu depuis longtemps. LODGE le signale déjà en 1886. LINDER et PINCTON s'attaquent à son étude systématique en 1906. Mais la méthode ne prend son véritable essor et n'entre dans le domaine des applications à grande échelle qu'à partir de 1937. A cette date, le savant suédois A.-W.-K. TISELIUS met au point à l'Institut de Svedberg une technique de séparation des protéines basée sur les données suivantes :

Toute molécule est un édifice complexe d'acides aminés unis entre eux par une liaison peptidique. Cet enchaînement laisse libres certains groupes fonctionnels tels que  $-NH_2$ ,  $-NH$ ,  $-COOH$ ,  $-OH$  ou  $-SH$ . En solution, la dissociation électrolytique progressive de ces groupes confère à la molécule globale une charge électrique qui est positive si les ions positifs dominent, négative dans le cas contraire. Or, l'ionisation des groupes de la molécule protéique est commandée par le pH du milieu. Si par exemple celui-ci est acide, la dissociation des groupes acides diminue et la charge de la molécule devient positive par suite d'une prédominance d'ions basiques. En milieu basique, c'est l'inverse qui se produit. On conçoit alors aisément que pour un pH déterminé et caractéristique de chaque protéine, les charges positives et négatives puissent s'équilibrer et que la molécule devienne ainsi électriquement neutre. Cette valeur du pH est appelée point isoélectrique.

Si maintenant une particule protéique en solution dans un milieu de pH autre que son point isoélectrique est soumise à l'action d'un champ électrique, elle se dirigera vers la cathode si sa charge est positive et vers l'anode si elle est négative. Son déplacement est donc fonction de la charge et il devient ainsi possible de séparer un mélange de protéines en le mettant en solution dans un milieu tamponné soumis à un champ électrique.

A cet effet, TISELIUS utilise une cellule de verre en U, à faces plan-parallèles au fond de laquelle il dépose la solution à analyser. Celle-ci est recouverte dans chaque branche d'une solution-tampon de pH et de force ionique déterminés. Avant

le passage du courant, une « frontière » sépare la solution-tampon de la solution d'analyse. Lorsque le courant passe, les particules chargées négativement se dirigent vers l'anode, les particules chargées positivement vont vers la cathode, Dans chaque branche de la cellule, la frontière initiale va donc se démultiplier en autant de frontières secondaires qu'il y aura de constituants à charge électrique différente. Grâce aux modifications de l'indice de réfraction au niveau de chaque frontière, un dispositif optique, variable suivant l'appareil, rend visibles et photographiables le nombre, la position et l'importance des constituants du mélange.

On imagine aisément que la transposition pratique de ce schéma simple de l'électrophorèse libre ou électrophorèse de frontière n'est pas sans se heurter à quelques difficultés. Sans entrer dans le détail, il suffit par exemple de penser à la fragilité des frontières liquides vis-à-vis d'éventuels courants de convection pour s'en faire une idée. Ces difficultés ont été surmontées et il en est résulté un appareillage complexe, volumineux et ne pouvant être mis qu'entre les mains de techniciens spécialisés. Néanmoins, malgré ces inconvénients, la méthode reste, de par son antériorité, sa précision, les possibilités séparatives qu'elle offre, une méthode de référence.

Pour pallier les principaux inconvénients de l'appareillage de TISELIUS, certains physico-chimistes se sont efforcés de diminuer progressivement la taille des cellules et de simplifier le dispositif optique. Le Professeur ANTWEILER est ainsi parvenu à construire un appareil de micro-électrophorèse libre n'exigeant plus que des quantités de sérum de l'ordre du 1/10<sup>e</sup> de cc alors qu'il fallait plusieurs centigrammes de protéines dans la méthode originale. Ce résultat est obtenu en employant pour la mesure des concentrations en protéines un procédé interférométrique du type JAMIN. Le rayon lumineux initial y est d'abord scindé en deux rayons parallèles dont l'un traverse le canal de mesure et l'autre un canal témoin sans protéine. A leur sortie, ces rayons présentent une différence de phase qui peut être compensée par un miroir rotatif, l'importance de la rotation étant une mesure de la variation de concentration d'une couche traversée à l'autre. L'adjonction à ce système d'un dispositif de PHILPOT-

SVENSSON, d'un enregistreur interférométrique visuel et d'un calculateur de courbes, permet de suivre visuellement l'électrophorèse, de photographier la courbe et de calculer les pourcentages sans planimétrie. Cet ensemble est réalisé dans des appareils du type BOSKAMP fabriqués en Allemagne.

Une autre variante est celle construite en Suisse par la Société KERN. Dans cet appareil, l'image du canal d'électrophorèse est striée de franges d'interférences obscures car le rayon lumineux passant par la cellule et celui ne traversant que des milieux homogènes s'y superposent. Deux franges juxtaposées indiquent une variation de valeur constante de la concentration. Donc, un groupe de franges également espacées matérialise un groupe de protéines dans le canal. Une brusque variation dans l'espacement des franges indique un brusque changement de l'indice de réfraction, donc le passage à un autre groupe de protéines. Pour obtenir la courbe des concentrations du mélange analysé, on procède comme pour la reproduction d'un profil de paysage à partir des courbes de niveau d'une carte topographique, c'est-à-dire qu'au-dessus de chaque frange on élève une ordonnée dont chacune augmente d'une valeur constante par rapport à la précédente. La jonction des sommets donne une courbe dont la différence des paliers permet, par simple règle de trois, de calculer les concentrations des fractions correspondantes.

Signalons que le Docteur VERAÏN a éliminé d'une manière fort élégante le côté fastidieux de cette opération en faisant enregistrer automatiquement par un lecteur photo-électrique et un suiveur de spot les franges du cliché. Il obtient ainsi sur papier millimétré une courbe sinusoïde dont les méandres sont serrés pour les franges rapprochées, et plus distants pour celles qui sont espacées. Le dénombrement des franges devient ainsi très facile et la lecture des distances millimétriques entre les sommets de la courbe permet de repérer avec certitude le passage d'un groupe de protéines à l'autre. En consultant des tables établies une fois pour toutes, on lit instantanément le pourcentage de chaque fraction.

Les appareils que nous venons de décrire représentent, par rapport à la méthode de référence, une simplification qui,

sans sacrifier la précision les rend accessibles à un plus grand nombre d'utilisateurs. On les emploie dans les laboratoires de recherche et les laboratoires médicaux particulièrement soucieux de la finesse et de la précision de leurs analyses.

Mais l'électrophorèse libre n'est pas restée la seule application du principe de la migration des particules chargées dans un champ électrique.

Sans doute conscient des servitudes de sa méthode, TISELIUS orienta ses recherches vers l'immobilisation de l'électrolyte au sein des supports solides. Nombreuses furent les substances essayées: coton, coton de verre, fibre d'amiante, amidon, gélatine, gélose, papier filtre. Entre toutes, le papier filtre s'est imposé rapidement et a conquis de nombreux laboratoires par la simplicité de son utilisation. La méthode fut mise au point par TISELIUS lui-même en 1950 et perfectionnée par DURRUM (1950) et MACHEBOEUF (1951). Depuis, de très nombreux types commerciaux ont vu le jour et innombrables sont les mémoires qui en traitent.

Nos recherches sur la biochimie des Crustacés nous ont amené, au début de 1954, à appliquer cette méthode pour la première fois dans le domaine des Crustacés. Dans les années qui suivirent, nous avons fait plusieurs milliers d'essais qui se poursuivent encore. L'expérience ainsi acquise nous permettra de décrire concrètement, sur l'appareil utilisé, quelques détails de la technique.

L'appareil JOUAN comporte une alimentation en courant, une cuve à électrophorèse et un photomètre.

L'alimentation haute tension continue et stabilisée est destinée à produire le déplacement électrophorétique. Un commutateur permet de sélectionner les tensions de 110 - 150 - 300 - 400 volts contrôlables par un voltmètre. Deux bornes fournissent le courant à des électrodes circulaires en fil de platine.

La cuve à électrophorèse en plexiglass moulé a une forme rectangulaire et se subdivise en trois compartiments. Les deux compartiment latéraux, plus petits, renferment la solution-tampon. Ils sont subdivisés chacun en trois par deux cloisons mobiles qui permettent d'une part la fixation des bandes de papier par un système de pinces et ,masselotes

d'autre part la régularisation du flux de courant par isolement partiel des électrodes. La cuve est fermée par un couvercle en plexiglass en forme de toit et percé de deux trous aux extrémités pour le passage des électrodes. La forme en toit évite la chute des gouttes de condensation sur le papier filtre.

Le photomètre comporte une lanterne qui contient une lampe de 6 volts et 45 watts, alimentée par une tension régulée statiquement et qui envoie une raie lumineuse intense d'un centimètre de long environ sur la bande à étudier. Celle-ci se trouve serrée entre deux lames de verre portées par une réglette métallique qui avance de millimètre en millimètre par un système mécanique, ou d'une manière continue par un système automatique. La lumière ayant traversé la bande impressionne une cellule photoélectrique à couche d'arrêt qui commande elle-même un micro-ampèremètre dont l'aiguille se déplace devant un cadran gradué en centièmes de densité optique.

L'exécution d'une électrophorèse est simple et de la compétence de n'importe quel aide de laboratoire soigneux. Les deux compartiments latéraux de la cuve sont remplis d'un tampon au véronal/véronal sodique à pH 8,6. Entre eux, on tend trois bandes de papier d'Arches qui s'imbibent progressivement de liquide. Pendant cette imbibition un siphon amovible maintient le même niveau dans les deux compartiments. Lorsqu'elle est terminée, c'est-à-dire lorsque les deux fronts liquidiens se rejoignent, on dépose suivant une ligne repère tracée au préalable sur le papier, à l'aide d'une micro-pipette, du mélange à analyser. Des quantités de l'ordre de 5, 10 ou 20 mm<sup>3</sup> sont amplement suffisantes. Une fois le système clos par son couvercle et les électrodes mises en place, on fait passer le courant pendant 6 ou 7 heures à 150 volts ou, si l'on opère de nuit, pendant 11-12 heures à 110 volts. Les différents constituants protéiniques quittent la ligne de dépôt, se déplacent vers l'anode ou la cathode suivant leur charge et occupent à la fin de l'expérience une position déterminée sur le papier. Il ne reste plus qu'à les rendre visibles par coloration. A cet effet, les bandes sont séchées à l'étuve pendant 20 minutes à 80°, immergées ensuite pendant

10 minutes dans une solution colorante de bleu de bromophénol, puis lavées à l'eau courante pendant 20 minutes. Ce lavage enlève l'excès de colorant et fait apparaître les protéines sous forme de taches bleues dont l'intensité dépendra de la concentration des protéines localisées en cet endroit: Le fond du papier reste blanc. Séchées à nouveau à l'étuve, les bandes se conservent facilement à l'abri de l'air et de la lumière, ne perdant que fort lentement l'intensité de leur coloration.

Si nous prenons l'exemple du sérum humain, nous trouverons ainsi cinq taches qui correspondent respectivement à l'albumine, aux  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$   $\beta$ ,  $\gamma$  globulines. Ces résultats sont identiques à ceux de l'électrophorèse libre.

Dans le cas de nos sérums de Crabe, nous avons relevé une bande distale renfermant l'hémocyanine, une bande intermédiaire porteuse de glucoprotéines et une bande proximale de lipoprotéines caractéristiques des femelles en vitellogénèse.

La méthode donne donc des résultats qualitatifs fort intéressants. Ils le sont d'autant plus que la quantité de substances à mettre en œuvre est minime, ce qui permet de travailler sur des animaux de petite taille et de suivre leurs variations par des prises répétées. Elle donne en outre la possibilité de faire 6 à 10 analyses en travaillant avec deux cuves à la fois ou une cuve de grand format. La modicité relative du prix de l'appareillage en assure la vulgarisation dans de nombreux laboratoires. De plus, les bandes de papier peuvent subir des colorations électives qui renseigneront sur la nature de telle ou telle protéine. C'est ainsi qu'une coloration au noir Cérol B ou au Soudan noir fera apparaître les seules lipoprotéines alors que la technique de HOTCHKISS modifiée par KOIW et GRONVALL ne mettra en évidence que les glucoprotéines. On devine l'intérêt que présentent ces possibilités pour la recherche pure et la biochimie médicale pathologique. Lipidogrammes et glucidogrammes sont passés dans la pratique courante.

A côté de ces avantages, l'électrophorèse peut-elle aussi être quantitative? Oui, mais avec la restriction qu'elle n'atteindra jamais la précision de la méthode de référence ou

même des dispositifs à canaux simplifiés qui en sont dérivés. Le dépouillement des bandes s'effectue en effet en les faisant défiler sous le faisceau lumineux d'une source d'intensité constante. Au niveau des taches colorées, une partie notable de la lumière incidente est absorbée alors que la lumière transmise commande les déplacements de l'aiguille du milli-ampéremètre. Celui-ci étant gradué en densités optiques, les valeurs lues peuvent être reportées directement sur papier millimétré et donner une courbe dont les clochers correspondent aux fractions protéiniques présentes. Il ne reste qu'à mesurer la surface de ces clochers pour obtenir les pourcentages des diverses protéines. Dans les appareils récents, le déplacement des bandes et le tracé des courbes sont semi-automatiques. Un intégrateur de courbes automatique réduit le calcul des pourcentages à de simples règles de trois.

Quelles objections peut-on formuler contre ce procédé? D'abord que, malgré la sélection du papier, celui-ci n'a pas une trame rigoureusement constante et que ces hétérogénéités doivent se répercuter dans la vitesse de migration des fractions, leur étalement, donc leur mesure photométrique. Ensuite que, malgré le meilleur entraînement, il paraît difficile de faire le dépôt initial d'une manière strictement régulière et constante, donc d'obtenir des taches identiques. Notons encore que le déplacement constaté des fractions n'est que la résultante du déplacement électrophorétique réel et de facteurs très variables tels que l'évaporation et l'électro-endosmose. Finalement, on sait aussi que toutes les molécules protéiques ne fixent pas le colorant avec la même affinité, qu'il n'y a donc pas de proportionnalité parfaite entre l'intensité des taches et leur teneur en protéines.

Bien que nombreuses, ces critiques n'enlèvent pas toute valeur quantitative à la méthode. Le meilleur moyen de réduire leur importance consiste à standardiser au maximum les conditions de travail et à établir, en biologie clinique par exemple, une courbe moyenne obtenue à partir de nombreux échantillons normaux et dont les marges de variations seront statistiquement connues. Vus sous cet angle, les résultats quantitatifs de l'électrophorèse sur papier sont valables.

A côté de l'appareil que nous venons de présenter, il en

existe beaucoup d'autres. L'obligeance du Docteur VERAIN nous permet de vous en présenter certains.

Une variante intéressante est celle réalisée par l'équipe de MACHEBOEUF en 1951. Dans cet appareil de microélectrophorèse le papier n'est plus horizontal mais tendu en toit sur un chevalet. Le mélange à analyser se dépose au sommet. L'évaporation n'y est plus contrariée, mais contrôlée et provoque donc de chaque côté un courant hydraulique ascendant. Celui-ci s'ajoute ou s'oppose au déplacement électrophorétique si bien qu'au bout d'un certain temps les différentes fractions atteignent une position d'équilibre définitive. Cet artifice permet, entre autres, la rencontre sur le papier de deux protéines dont on veut déceler une éventuelle réactivité.

Un autre appareil a été réalisé par GRASSMANN et HANNIG. C'est l'appareil à électrophorèse continue que nous vous présentons également. Une feuille de papier filtre de grande dimension et verticale y est traversée par un flux lent mais continu de tampon. En un endroit déterminé de ce papier, on fait affluer en permanence et avec régularité la solution à séparer. Deux longues électrodes latérales permettent d'appliquer perpendiculairement au courant liquide un champ électrique constant. Les particules chargées électriquement seront déviées, alors que celles qui sont neutres poursuivent leur trajet vertical. La grandeur de la déviation de chaque particule migrante est la résultante de l'action réciproque des deux vitesses rectangulaires. Les fractions qui arrivent isolées à la base du papier filtre quittent celui-ci en des endroits différents et peuvent être recueillies séparément dans différents tubes. On peut ainsi isoler des quantités importantes de protéines et réaliser sur chacune des analyses chimiques diverses.

Après ces quelques incursions dans le domaine de l'électrophorèse sur papier et avant d'examiner la nouvelle technique de GRABAR, essayons de rappeler quelques notions fondamentales d'immunologie.

Le terme d'antigène s'applique à une substance qui, injectée à un organisme, provoque chez lui l'apparition d'anticorps. Par voie de retour, un anticorps est une substance qui prend naissance dans l'organisme d'un animal dans lequel on

a introduit un antigène. Antigènes et anticorps mis en présence réagissent spécifiquement, en donnant lieu à des manifestations variées telles que l'agglutination ou la précipitation. Ces réactions immunologiques sont remarquables par leur spécificité et leur sensibilité. Grâce à elles, on peut détecter des quantités infinitésimales de substances et la moindre variation de la structure de l'antigène entraîne en général une variation parallèle de celle de l'anticorps, si bien que la substance-mère ne réagit strictement qu'avec la substance-fille et que l'une permet ainsi de détecter l'autre avec une extrême finesse.

L'électrophorèse et la précipitation immunologique étant des procédés connus, l'originalité de la méthode de GRABAR réside dans une élégante combinaison des deux phénomènes: sur un même échantillon on fait à la fois une électrophorèse et une précipitation antigène-anticorps.

L'électrophorèse ne se fait plus sur papier mais dans un gel de gélose tamponnée, donc dans un milieu transparent. Une bonne gélose commerciale purifiée par de nombreux lavages à l'eau distillée et par filtration est amenée à la concentration de 3 % puis diluée de moitié avec un tampon véronal/HCl de pH 8,2. L'addition d'un antiseptique du type merséptyl en assure la bonne conservation dans des erlenmeyers de 200 à 300 cc. Pour préparer une plaque d'électrophorèse, on procède comme suit: dans le fond d'une cuvette de 30 × 24 cm environ, une couche de gélose concentrée solide fournit un plan parfaitement horizontal sur lequel on pose une plaque de verre photographique de 18 × 24 cm, enduite au préalable d'un mince film de gélose à 1 %. Sur les deux longueurs de la plaque, on place une bande de papier filtre épais, d'une largeur de 4 cm, 1 centimètre reposant sur le verre, les 3 autres en débordant. Ces bandes sont au préalable imprégnées de tampon et une pression avec une réglette en plexiglass leur fait épouser l'épaisseur du verre. Sur ce dernier, on place ensuite, parallèlement à sa largeur, à intervalles réguliers de 3 cm, des baguettes de verre cylindriques de 13 cm de long et de 4 mm de diamètre. On coule alors le contenu d'un erlenmeyer de gélose tamponnée dans la cuvette et on laisse refroidir. Une fois la gélose soli-

diffiée, on découpe à l'aide d'une spatule le périmètre de l'ensemble verre-papier puis la frontière verre-papier, sans abîmer ce dernier. La plaque de verre peut alors s'enlever de la cuvette en faisant levier avec une spatule. Elle est recouverte d'une épaisseur uniforme de 3 à 4 mm de gélose qui retombe sur les côtés, maintenue par les bandes de papier. Au niveau des articulations verre-papier, on recrée la continuité de la gélose par une soudure. Les baguettes de verre enlevées avec des pinces laissent autant de longues cuvettes. Entre celles-ci et dans un sens perpendiculaire, on crée avec un emporte-pièce des cuvettes plus petites qui serviront au dépôt du mélange à analyser. Si celui-ci est du sérum humain, on coulera dans les petites cuvettes environ 0,1 cc d'un mélange de 0,2 de sérum, 0,3 cc d'eau distillée et 0,5 cc de gélose à 3 % sans sel, mélange fait au bain-marie aux environs de 45°.

La plaque est alors prête à l'électrophorèse. On la place à cheval sur deux cuves allongées en matière plastique de 500 × 70 × 45 mm munies d'un bec d'écoulement à une extrémité. Ces cuves renferment le tampon et les électrodes qui sont constituées par du fil de platine tendu sur de longues règles en plexiglass. Les parties tombantes de la plaque de gélose plongent dans le tampon et réalisent ainsi la connexion. Le courant continu est fourni par une source stabilisée avec une tension de 100 volts et une intensité de 80 mA pour deux plaques. Afin d'éviter une variation trop importante de pH pendant l'expérience, le tampon est renouvelé goutte à goutte à partir d'un flacon de réserve, le trop plein s'écoulant par les becs des cuves. Une bonne séparation est déjà obtenue en 4 heures. Les plaques sont alors retirées et le papier filtre éliminé par découpage. Les différentes fractions protéiniques sont à ce moment-là échelonnées dans la gélose suivant leur vitesse de migration. On remplit alors les cuvettes longues avec l'immun-sérum ou un mélange gélose-immun-sérum.

Ces anti-sérums proviennent d'animaux (cheval, lapin, canard) qui ont été injectés tous les deux jours pendant trois semaines avec le sérum ou la solution de protéine à étudier. Ils renferment donc les anticorps des antigènes qui viennent

de subir la séparation électrophorétique. Chargées de leur immun-sérum, les plaques séjournent dans des récipients humides et stériles, en position horizontale. Antigènes et anticorps vont diffuser dans la gélose à la rencontre les uns des autres. Dans la zone où un anticorps rencontre son antigène dans des conditions de concentration favorables, il se formera un précipité visible dans la gélose sous forme d'un arc blanc très ouvert. La spécificité des réactions immuno-chimiques veut que pour chaque couple antigène-anticorps apparaisse un arc indépendant. Le nombre de ces arcs correspondra donc au nombre minimum des protéines immunologiquement distinctes présentes dans la solution étudiée, à condition bien entendu que l'antisérum renferme des anticorps envers tous ces antigènes. On voit de suite l'avantage de la méthode. Une tache électrophorétique d'apparence homogène peut renfermer différentes protéines ayant la même vitesse de migration électrophorétique. Mais il est peu probable que ces constituants masqués aient aussi les mêmes propriétés immunologiques, si bien que leur individualité sera dévoilée dans l'immuno-électrophorèse par la présence de plusieurs arcs distincts.

Pour prendre l'exemple concret du sérum humain, rappelons que l'électrophorèse sur papier permettait d'identifier cinq groupes de protéines: albumine,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -globulines. La technique de GRABAR arrive à en distinguer couramment 16 et même 21 dans les conditions les plus favorables. C'est ainsi qu'on peut dénombrer un ou deux constituants plus rapides que la sérum-albumine désignés par la lettre  $\rho$ ; la sérum-albumine; une composante X sous la sérum-albumine; deux ou trois  $\alpha_1$ -globulines; jusqu'à cinq  $\alpha_2$ -globulines; quatre ou cinq  $\beta$ -globulines et, finalement, une ligne très longue représentant toute une famille de  $\gamma$ -globulines.

Est-il possible d'identifier les protéines qui correspondent à l'un ou l'autre de ces arcs? Cela a déjà été fait pour un certain nombre d'entre elles. Un des moyens consiste à épuiser au préalable l'antisérum par un antigène pur, à faire une immuno-électrophorèse et à noter la disparition de tel ou tel arc. Le précipité absent correspond alors à l'antigène employé. GRABAR et son équipe ont ainsi localisé l'emplacement de la

sidérophiline et de l'haptoglobine. On peut aussi se servir de la méthode des colorations électives. En effet, une fois la précipitation immunologique terminée, on peut laver la plaque à l'eau physiologique pendant plusieurs jours afin de dissoudre les protéines non précipitées, la dessécher ensuite à l'étuve à 37° après l'avoir recouverte d'un papier filtre épais qui absorbe les sels, puis la traiter comme une préparation histologique en la soumettant à diverses colorations. Les minces films de gélose ainsi obtenus peuvent même se décoller du verre et se conserver dans d'excellentes conditions. La coloration générale des arcs réussit très bien avec l'azocarmin, mais on peut aussi employer des colorants qui se fixeront sur les lipoprotéines ou sur certaines molécules portant des atomes métalliques comme la céruloplasmine qui renferme du cuivre. Il y a donc là encore possibilités d'identification.

Ajoutons que pendant le développement des précipités, on peut sans déranger la réaction, faire d'une manière fort simple, sous l'eau, des photographies qui seront autant de précieux documents.

Quelles sont les applications de cette méthode dont l'élégance et la finesse la placent à l'avant-garde des moyens d'étude des protéines? Pour l'instant, elle reste encore du domaine de la recherche pure bien que son emploi en biologie clinique ait été envisagé. Nombreux sont déjà les travaux qui la mentionnent. Ils concernent, pour n'en citer que quelques-uns, les sérums de nouveau-nés, de myélomes, de macroglobulinémies, d'agammaglobulinémie, de néphroses lipopéïdiques, les produits de clivage de la sérum-albumine, les hémagglutinines, l'ovalbumine, le cristallin de bœuf, le liquide céphalo-rachidien.

Pour notre part, convaincu que les méthodes qui sont utilisées dans un domaine aussi brillant et recherché que la biologie humaine ne doivent pas l'être moins pour des sujets plus modestes et d'un intérêt moins immédiat, nous avons fait des immuno-électrophorèses de l'hémolymphe du Crabe enragé. Nous disposons actuellement dans nos glacières de toute une réserve de sérums de lapin-anti-crabe et les premiers essais ont déjà donné des résultats qui seront publiés au Congrès zoologique de Londres.

Pour terminer, nous croyons que si cet exposé a pu encourager nos collègues naturalistes à disputer aux riches humeurs de l'Homo sapiens le privilège des méthodes dites d'avant-garde pour en faire profiter les humbles sujets du monde des « plus-petits », il sera excusé d'avoir été un peu long.

---

**HASARD ET FINALITE**  
**DANS LA GENEALOGIE DE L'HOMME\***

PAR

Raymond RUYER

---

Lorsqu'on essaie de comprendre l'apparition de l'homme dans l'univers, on s'aperçoit que les philosophies, les religions, et même les philosophies scientifiques, tournent, sur ce sujet, toujours dans le même cercle. Le nombre des points de vue possibles apparaît fort restreint. Tellement restreint, qu'en simplifiant à peine les choses, on peut dire qu'ils se réduisent finalement à deux. Pour comprendre l'apparition de l'homme, ou bien on a recours au mythe d'un Homme primordial — sous forme d'un grand Etre créateur, qui n'est qu'un homme agrandi, — ou bien on admet que l'homme est sorti d'un univers qui n'avait aucun rapport avec l'humanité, d'un univers tel que, par exemple, le monde de Démocrite ou de Lucrèce, chaos d'atomes s'agitant et se mêlant au hasard. Mais comment l'homme peut-il naître de ce qui ne lui ressemble en rien, sinon par magie? Mythologie ou magie, on retombe toujours sur ces deux types de pseudo-explications.

Les interprétations philosophiques les plus subtiles apparemment ne semblent se donner tant de peine et ne semblent employer tant de mots que pour retomber, finalement, ou dans la mythologie, ou dans la magie, en doublant vainement ce qui est à expliquer, ou en recourant au coup de force d'une émergence magique. Mythologique, l'idéalisme dit transcendantal, avec son « Je » absolu, son « Moi » qui s'oppose au Non-Moi; mythologiques les philosophies théistes ou panthéistes, qui raffinent évidemment sur le Dieu créateur ou artisan, mais qui retrouvent, au fond, l'anthropomorphisme, en parlant de Logos, en distinguant l'entendement ou

\* Conférence donnée le 13 mars 1958.

la volonté divine. Magiques, les philosophies de l'émergence, qui ont eu un moment, auprès des savants, un succès bien immérité, ou les philosophies comme l'existentialisme, pour lequel la conscience humaine sort, par un étrange clivage, de l'être en soi.

L'évolutionnisme scientifique semble avoir trouvé une voie moyenne, meilleure, entre le mythe et la magie : l'homme sort progressivement d'un univers où il n'y a d'abord que des particules physiques, où apparaissent progressivement, à partir de ces particules, des organismes élémentaires à peine discernables des réalités chimiques, puis des organismes complexes, et enfin les animaux supérieurs et les hommes.

Mais on retrouve, dans les interprétations de l'évolution, le même dilemme : si l'on voit dans l'évolution une marche dirigée, guidée par une sorte de Directeur providentiel, ou orientée par un but transcendant tel le point Omega du Père Teilhard de Chardin, on est de nouveau dans le mythe. Si on réduit au contraire l'évolution, avec le néo-darwinisme, à n'être qu'une accumulation fortuite de mutations, on retombe dans la magie : comment l'homme peut-il résulter d'une accumulation d'erreurs de copiage dans la reproduction des chromosomes ?

Cette toile de fond philosophique n'est pas très encourageante. Toutefois, il est toujours bon de regarder d'un peu plus près ce qui paraît établi.

Si l'on utilise la biologie et l'anthropologie en dehors provisoirement de toute méta-physique ou méta-anthropologie, il apparaît tout à fait évident que la lignée de l'homme se confond avec les lignées animales, qu'elle s'en est séparée tout récemment, et que l'homme est resté biologiquement un animal.

La démonstration est tellement facile et banale que nous pouvons la résumer au maximum. L'homme est un Mammifère primate à l'anatomie peu spécialisée, et encore en train de s'adapter péniblement à la station verticale (d'où la fréquence des hernies, varices, etc...) (1). La lignée générale de l'homme passe par les Chordés (analogues à l'Amphioxus),

(1) KEITH, *Concerning man's origin*, 1928.

eux-mêmes dérivés non des Annelés comme on l'a cru, mais des Echinodermes primitifs, sédentaires, qui se sont reproduits au stade larvaire libre et se sont mis à manger par le pharynx en éliminant la phase sessile. Elle va des Chordés aux Vertébrés proprement dits, Poissons, Batraciens, Reptiles, Mammifères euthériens, Insectivores ou Primates analogues au Tupaia. Sa lignée, comme Primate, passe par des étapes représentées par les Lémuriens, les Tarsiers, les Singes et les Singes anthropoïdes.

Ses particularités anatomiques relativement aux Anthropoïdes sont peu nombreuses et souvent plus apparentes que réelles. Sa nudité est relative (le fœtus humain a une toison simienne); sa station verticale est simplement plus perfectionnée que celle des Anthropoïdes sans être encore parfaite. Les différences avec les Anthropoïdes, dans la forme globulaire du crâne, dans la face aplatie, la faiblesse des mâchoires, la dentition, la forme du pied sont peu importantes, et moins marquées à l'étape fœtale. D'où l'hypothèse de la « fœtalisation » de l'homme, éliminant les caractères adultes du Singe et gardant toute sa vie les caractères du stade fœtal — de même que les Chordés dérivent de l'élimination du stade sessile de leurs ancêtres (néoténie). Son mode de reproduction, son embryogénie, est conforme au mode de reproduction et d'embryogénie des Anthropoïdes. De même, sa physiologie hormonale et sanguine (pas d'oxydation de l'acide urique; groupes sanguins analogues). Et de même, ses *patterns* de comportement (cramponnement, marche d'abord quadrupède, etc...). De même enfin sa pathologie, sa tératologie, ses maladies infectieuses.

Comme tous les vainqueurs dans tous les genres, l'homme est aujourd'hui « le gagnant » par une série d'heureuses chances historiques tout au long de sa lignée, chances toujours bien utilisées par ses ancêtres directs. Ses ancêtres vertébrés, une fois éliminé, probablement par hasard, le stade sessile, ont été heureusement amenés à se faire un bon système locomoteur monté sur squelette interne, une bouche et un système d'évacuation efficaces, un bon système d'oxygénation permettant la température constante, un bon système de procréation par fécondation interne, supprimant le gas-

pillage de la reproduction. Ils ont toujours été sur la ligne des « grandes découvertes » techniques de l'organisation, et ils ont toujours évité les impasses des petites spécialisations et des techniques unilatérales. Ces chances ont continué depuis le stade « Primate ». La spécialisation arboricole était en apparence dangereuse, en ce qu'elle paraissait mettre les Primates hors du domaine principal des Mammifères, la terre ferme. Mais, dans leur nouvel habitat, les Primates développèrent, en relative sécurité, leurs mains préhensibles, exercèrent leurs membres antérieurs, se préparèrent anatomiquement à la station verticale, varièrent leur régime alimentaire, durent apprendre à nidifier, et à s'inquiéter des chutes possibles de leurs petits. Surtout, le sens de l'odorat perdit de son importance — parce que, à l'air libre, les odeurs se dissipent plus vite qu'au sol — alors que se développait le sens de la vue, par la vision stéréoscopique (chez les autres Mammifères, les deux champs visuels des deux yeux ne se recouvrent que très partiellement), par le développement de la tache jaune et de la vision colorée, et surtout avec l'association de l'exploration visuelle avec l'activité manipulatrice.

Mais, tandis que d'autres Primates et même d'autres Anthropoïdes comme le Gibbon se spécialisaient à l'excès comme acrobates dans les arbres, les ancêtres de l'homme revinrent, probablement malgré eux, à la vie terrestre, en même temps que d'autres facteurs biologiques contribuaient à leur perfectionnement: habitudes grégaires, vocalisation par signaux et mimique faciale, longévité accrue, infantilisation des petits et dépendance accrue à l'égard des soins parentaux; permanence de l'attrait sexuel, moins soumis aux saisons d'accouplement et même au cycle œstral de la femelle, et tendance à passer de la vie grégaire à la vie du groupe familial sous la protection d'un mâle dominant. Le mâle, chez le Chimpanzé notamment, reste auprès de la femelle et des petits et participe comme la femelle à leur « éducation », par taloches, encouragements, guidage dans la sélection de la nourriture, ce qui permet aux petits une longue période de jeux insoucians et expérimentaux.\*

Mais ce sont peut-être des conditions climatiques et géographiques qui ont été l'occasion de l'hominisation propre-

ment dite. La diminution présumée des forêts obligea les pré-hommes à revenir au sol où ils adoptèrent la marche bipède et à recourir à de nouveaux régimes alimentaires. De frugivores et végétariens, les pré-hommes devinrent omnivores et cherchèrent un supplément aux fruits par les racines, tubercules, et peut-être même les vers. Par ce détour, les hommes furent amenés à se servir de bâtons ou de pierres pointues et à les mettre en réserve. D'autre part, les pré-hommes ont vécu probablement dans des régions chaudes, ou à un moment où le climat était chaud. Les périodes glaciaires du quaternaire les obligèrent ensuite à chasser les animaux pour leur fourrure, et à domestiquer le feu. Le passage de la phase de cueillette de fruits et de racines végétales à l'économie de chasse, d'après Zuckermann, eut nécessairement des effets sur l'organisation sociale du groupe. Les femelles, absorbées par le soin de la progéniture ne pouvaient participer à la chasse comme elles participaient à la cueillette ou à la recherche des racines. Les mâles devinrent des chasseurs spécialistes et les animaux abattus durent être partagés avec les femmes et les enfants. Cette conduite contraste fortement avec le comportement simien du mâle (au stade végétarien) profitant égoïstement de sa dominance. Elle produit de plus une répression, non seulement de l'égoïsme alimentaire, mais de la promiscuité sexuelle (qui était encore favorisée par la cueillette collective). Elle favorise même une tendance à la monogamie ou du moins à des formes conventionnalisées d'union. Chaque femelle, nourrie, devenant réservée et protégée.

Ce rapide résumé est volontairement superficiel et inévitablement conjectural. Il contient néanmoins assez de données sûres pour faire paraître fantasmagorique aussi bien la mythologie d'un Dieu méganthrope créant l'homme, que la métaphysique existentialiste d'un « pour soi » de la conscience humaine se créant par négation à partir de « l'en soi ». Il n'y a pas de moment où l'on pourrait placer ce grand événement métaphysique.

Il n'y a pas davantage, selon toute apparence, de grand Directeur providentiel dirigeant l'évolution vers la formation de l'homme, dès les premiers multi-cellulaires, ou dès les

premiers Vertébrés. Aucun des ancêtres directs de l'homme ne pouvait savoir d'avance, en envahissant un nouveau milieu, en changeant, sous la pression de la dure nécessité, son mode de capture des aliments ou son mode de locomotion, si cette vie nouvelle le conduirait à une impasse ou à de riches possibilités. Les Proto-Chordés qui éliminaient la phase sédentaire, les poissons qui se traînaient hors de l'eau sur leurs nageoires, les Proto-Primates qui se réfugiaient dans les arbres, puis les Primates qui revenaient à la terre ferme, ne résolvaient qu'un problème immédiat, et ils avaient assez à faire à s'adapter au présent. Supposer que par dessus leurs têtes un Directeur de l'évolution et de l'histoire biologique voyait d'avance l'homme futur, et, en conséquence, les dirigeait vers ce grand but aux moments délicats, c'est faire un mythe tout aussi naïf que celui de Yahvé soufflant, pour l'animer, dans les narines d'une statue d'argile.

Par définition, le gagnant de cette prodigieuse loterie, de cette course d'obstacles qu'est l'histoire de la vie, a dû avoir chance sur chance. En considérant cette histoire à l'envers, du présent au passé, et surtout en isolant la ligne des chances aboutissant à l'homme, de toutes les autres lignes aboutissant soit à des impasses, à des espèces éteintes, soit à des espèces aujourd'hui dominées par l'homme, on peut avoir l'impression trompeuse qu'éprouve le gagnant à la Loterie nationale ou à un tiercé, qui, écoutant à la radio énoncer successivement tous les chiffres ou tous les noms de son billet, se sent le favori d'un destin qui fait sortir pour lui, l'un après l'autre, tous les bons chiffres. N'importe quel individu vivant actuel, n'importe quelle mouche ou moucheron représente une improbabilité incomparablement plus grande que celle de la présence de l'espèce humaine, si l'on songe au gaspillage prodigieux des germes à chaque génération, et cependant, il est là.

\* \* \*

Mais il faut se garder de confondre ce rejet d'un Directeur providentiel dans l'histoire biologique de l'homme, avec le rejet de la finalité biologique. Bien au contraire, il n'y a histoire biologique, avec des hasards non truqués, que parce que

les organismes sont bien, en eux-mêmes, des centres d'efforts finalistes, des centres d'adaptations actives et non des assemblages de molécules. L'histoire proprement dite, aussi, politique, économique et culturelle, est pleine de hasards. Mais il serait absurde d'en conclure que ceux qui font l'histoire ne visent aucun but, sont poussés comme des marionnettes, et que leurs œuvres, comme eux-mêmes, ne sont que des « formations », sans consistance propre, façonnées par un déterminisme externe, à la façon d'un nuage dans le ciel. Les anti-finalistes confondent perpétuellement l'évidence du rôle du hasard dans l'évolution avec la démonstration que le hasard seul à tout fait, et que l'homme est l'enfant de la seule chance aveugle. Le hasard pur, le hasard absolu, est une pseudo-notion. Il n'y a hasard que dans un cadre de possibilités, et il n'y a chance ou malchance, c'est-à-dire obtention ou non d'une possibilité favorable, que pour un être consistant, qui cherche des états possibles. Ces possibles sont vagues pour lui, il ne les discerne que tout près de lui, mais les saisit ou il les manque, il lutte pour les obtenir, ou, s'il se trouve les obtenir sans effort, il s'arrange pour les garder. Des Infusoires qui s'agitent « au hasard » dans un liquide avec des gradients divers, chimiques, thermiques, nutritifs, ne sont pas semblables à des particules inertes participant statistiquement à une agitation moléculaire, et qui sont aussi bien ici que là. Les uns arrivent à une zone favorable, d'autres n'arrivent pas et périssent. Personne n'a pris souci des gagnants, mais ils ne sont gagnants que parce qu'ils sont vivants et font effort pour survivre, sinon pour arriver à telle place. Dans une course d'obstacles, même s'il y a un Organisateur général de la course, son rôle ne consiste pas à truquer les hasards de la course en faveur d'un vainqueur désigné, mais il n'y a un vainqueur que parce qu'il y a d'une part un terrain, d'autre part, des coureurs. Cadre de possibilités reposant sur des consistances propres sous-jacentes, individus se possédant eux-mêmes et capables d'effort, d'autre part, telles sont les deux conditions pour que l'on puisse parler et de vrai hasard et de vraie finalité.

Dans l'histoire biologique, les concurrents ne sont pas donnés d'avance tout formés comme les chevaux dans une cour-

se, puisque la course de l'évolution consiste précisément en un changement dans la forme des concurrents, changement qui modifie à son tour la signification du terrain, du cadre même de la course. Mais cette différence, si énorme qu'elle paraisse, n'est pas essentielle. Et encore faut-il qu'il y ait, au départ, des concurrents de quelque sorte sur un terrain de quelque sorte. Des concurrents, c'est-à-dire des agents véritables, des centres, sinon de conscience, du moins de subjectivité, existant par eux-mêmes. Nous retrouvons donc là encore l'obligation de retirer à l'homme le privilège exorbitant que les philosophes existentialistes lui accordent, et qui doit être accordé à toutes les individualités réelles, biologiques, et infra-biologiques. Des molécules n'ont pu « devenir » vivantes par une sorte de pré-sélection naturelle que parce qu'elles étaient déjà, dans leur statut dit chimique, des « pour soi ». Cette sélection des systèmes moléculaires que Oparine, Pirie, Haldane, essaient de reconstituer comme origine de la vie, ne peut se faire simplement sur une agitation moléculaire statistique considérée selon les schémas de la théorie cinétique des gaz. Celle-ci ne peut que donner l'occasion aux édifices moléculaires auto-subjectifs de se perfectionner selon des possibles propres.

L'absence d'un Directeur providentiel et anthropomorphique guidant de haut la lignée humaine ne signifie pas, d'autre part, absence d'un cadre de possibilités dans lequel des êtres réels s'efforcent de trouver leur place ou plutôt de se modeler eux-mêmes de telle sorte qu'ils y aient une place. Il ne serait pas impossible, mais il serait trop long ici de définir plus clairement ce cadre de possibilités. Provisoirement, on peut le comparer au tableau systématique, soit des corps simples, soit des composés du carbone en chimie. Les espèces biologiques, comme les « espèces » chimiques, ne peuvent se définir isolément, elles forment un système. S'il y a du hasard, apparemment, dans leur abondance relative, s'il y sur terre plus de fer que de germanium, s'il y a de même du hasard dans leur existence — par exemple s'il a fallu le circuit complexe de l'industrie humaine pour qu'il existe du plutonium ou du nylon, leur constitution n'est pas l'effet du hasard. Il serait absurde de rapporter au hasard la pré-

sence sur terre aujourd'hui de plutonium, dans le même sens où l'on rapporte au hasard la présence à tel endroit d'une particule agitée par le mouvement brownien. Lorsque les bio-chimistes comme Oparine, Pirie, Bernal, Haldane, Dauvilliers, essaient de reconstituer l'origine des organismes primitifs à partir des molécules, A T P ou autres, ils étudient les propriétés internes des molécules en question, leurs possibilités propres d'auto-subsistance dans une sorte de pré-lutte pour la vie encore mal distincte de cette concurrence chimique pour l'existence, qui fait que, par exemple, l'eau ordinaire est plus abondante que l'eau lourde. Cette pré-concurrence est parfaitement distincte des circonstances fortuites et historiques qui ont pu amener la formation de ces molécules par les hasards des rencontres intermoléculaires.

Dans la généalogie de l'homme, il y a de nombreux tournants et zigzags. Ses chances ont été très diverses. Sa supériorité ou spécificité, il l'a gagnée dans les circonstances les plus variées. Il y a aussi peu d'orthogénèse (au sens étymologique du mot), dans son histoire biologique que dans l'histoire politique d'une nation heureuse. Il est aussi difficile de dégager une philosophie de son évolution qu'une philosophie de son histoire. Ses ancêtres ont dû successivement leur supériorité à leur système d'alimentation, à leur chimisme interne, à leurs associations sociales, à leur appareil locomoteur, à leur appareil sensoriel ou même à la perte d'une capacité (par exemple d'une olfaction délicate). Toutes ces supériorités ont été acquises, tantôt par adresse, tantôt par chance, et tantôt par chance interne (mutation), tantôt par chance extérieure, ou même malchance extérieure apparente (présence ou manque de nourriture, changement de climat, etc...). Néanmoins, la constitution totale de l'homme représente quelque chose de cohérent, quelque chose d'analogue à un ensemble technique, à un complexe ou un « combinat » industriel dont on ne peut imaginer, hors des fantaisies utopiques, qu'il puisse manquer de tel élément fondamental. De même que l'automobile, l'avion, ou la fusée intercontinentale, supposent des techniques de base: de l'électricité, des carburants, des pneumatiques, etc..., de même, l'espèce humaine suppose des techniques organiques de base.

On concevrait mal un Hominien à température variable, à fécondation externe, à prédominance olfactive ou à carapace chitineuse — aussi mal qu'une technique avancée qui, à la façon de celle des Martiens de Wells ne connaîtrait pas la roue.

Certes, il est aisé de tomber dans l'illusion en ce domaine. Le cadre des possibles est presque toujours plus large qu'on ne l'imagine. Mais ce qui peut rassurer c'est que, si dans l'évolution biologique il y est douteux qu'il y ait des orthogénèses dirigées, il y a par contre, certainement, de nombreuses convergences techniques: entre l'œil des Vertébrés et l'œil de la Pieuvre, entre les formes hydrodynamiques des Reptiles marins, des Requins et des Marsouins. Ces convergences adaptatives entre types différents semblent aller contre notre thèse: pourquoi ne pas imaginer un Reptile hominien — puisqu'il y a des Reptiles pisciformes et des Reptiles volants — un Reptile hominien à température variable qui, à supposer qu'il ait pu franchir par miracle l'ère tertiaire, rattraperait aujourd'hui, en technique interne, par l'emploi de vêtements perfectionnés à thermostat, ses défauts de technique interne, de même que l'homme rattrape son défaut de pelage ou, pour voler avec un avion à réaction, fabrique des vêtements anti-G, dont il n'aurait pas besoin s'il était un Insecte intelligent. Mais précisément ce Reptile hominien serait alors pratiquement un homme véritable, dont le « complexe » technique aurait eu simplement des origines historiques différentes. Avec les progrès de la technique externe il est probable que les hommes corrigeront bien d'autres traits de leur nature biologique pour la mettre en harmonie avec la logique propre de leurs « complexes techniques », depuis l'allaitement au biberon, jusque, dans l'avenir, peut-être, les naissances ectogénétiques. Il est caractéristique (1) que très vraisemblablement, les Singes du Nouveau Monde aient gagné leur statut pithécoïde par une évolution parallèle à celle des Singes de l'Ancien Monde, et indépendamment de ceux-ci, — de même que les Lémuriens, isolés à Madagascar, ont produit des animaux dépassant le statut Lémurien et tout à fait analogues aux Sin-

(1) Cf. Osman HILL, *Man as an animal*, p. 43.

ges (Archaéo-lémur et Hadropithecus). Etant donné un milieu convenable, peuplé de Primates non spécialisés, la nature est ainsi apparemment capable de produire des Singes indépendants, dans des lignées d'évolution similaires, et elle l'a fait en trois circonstances différentes: « Ce principe semble être également applicable, à un plan plus élevé, dans l'évolution des Primates, au passage du plan sub-humain au plan humain » (1). Et c'est enfin, peut-on ajouter, par la même logique interne d'un complexe technique, que des efforts indépendants des techniques industrielles, dans des cultures séparées par la nature ou la volonté des hommes, aboutissent néanmoins à des résultats parallèles.

La ligne brisée et capricieuse de l'évolution humaine comme des autres évolutions spécifiques est donc tracée dans un cadre de possibilités, sous-jacent aux hasards historiques, et aux efforts à courte vue des individus. Ce cadre est moins rigoureux que celui qui détermine les espèces chimiques. Il n'en est pas moins aussi impossible de dire que l'homme est le produit du hasard ou de sa seule liberté absolue, que de dire que l'existence du plutonium est due au hasard historique de la deuxième guerre mondiale. Autant il est puéril d'imaginer une Providence historique guidant Roosevelt ou Fermi vers la production du plutonium ou guidant les Echinodermes vers la production des Vertébrés et les Vertébrés vers la production des Primates et des Hommes, autant il est inévitable d'admettre une sorte de logique, sous-jacente aux méandres de l'évolution et systématique. Cette logique, dans l'ordre biologique, est surtout technique. Une sorte de marxisme ou de technicisme généralisé s'applique bien à l'évolution biologique — mieux même qu'à l'évolution des cultures où intervient la logique d'autres valeurs que les valeurs techniques. L'histoire de la vie est essentiellement l'histoire du perfectionnement technique des organismes, et l'histoire de l'homme ne fait pas exception. Ni Providence, ni Liberté pure, ni Hasard pur. Mais des efforts tâtonnants, une course d'obstacles dans un cadre de possibilités systématiques.

Que peut-on conclure? Il semble qu'en admettant à la fois le hasard, dans les sinuosités de l'évolution et particulière-

(1) Osman HILL, *loc. cit.*

ment de l'évolution humaine, et la finalité, sous la forme atténuée d'un « Cadre de possibilités » dans lequel s'efforcent des êtres conscients et consistants, on échappe à la fois au mythe et à la magie. L'homme est une vraie nouveauté, sans être pourtant dans l'univers un étranger absolu. Malgré les hasards de sa généalogie, malgré l'absence d'un Directeur providentiel guidant et truquant cette généalogie, il y a bien, dans l'homme, quelque chose, sinon de prévu et de calculé, du moins de normal, d'inévitable, de conforme à la nature des choses, ou à la nature d'un Dieu-Nature.

Ne soyons pas trop optimiste. On serait en droit de nous faire remarquer, à propos de ce cadre de possibilités, de cette course sans Directeur transcendant, mais non sans Direction immanente, que l'on peut, une fois de plus, l'interpréter, soit mythiquement, soit magiquement. Néanmoins, il reste que, mythe ou magie, ici, sont à l'état atténué. Hasard et finalité, au lieu de s'opposer d'une façon abrupte, sont amenés à collaborer dans une évolution conçue comme à la fois fortuite et systématique.

---

## COMPTES RENDUS DE SÉANCES

### Séance du 13 février 1958

La séance est ouverte à 17 h. 05 par M. le Professeur Veillet.

Après adoption du procès-verbal de la séance du 9 janvier, M. Veillet présente les excuses du Dr Moreaux et du Dr Weber, puis prononce l'admission de nouveaux membres : MM. Bertault, Mendez, Kurmann, Masson.

De nouvelles candidatures, celles de Mlle Merten et du Professeur Soleil sont présentées par MM. Veillet et Maubeuge.

M. Maubeuge, secrétaire général de la Société, donne le compte rendu du référendum auquel ont répondu une trentaine de membres. Il ressort de l'ensemble des réponses que l'horaire actuel (jeudi 17 h.) donne satisfaction à la plupart. En ce qui concerne le programme des séances, il a été demandé davantage de vulgarisation et que les communications soient toujours courtes. Les excursions et les visites sont unanimement souhaitées. La Société des Sciences essaiera de répondre au mieux à ces desiderata.

Le Président annonce ensuite que le Bureau a décidé de porter la cotisation de l'année prochaine à 750 fr.

L'ordre du jour appelle 3 communications :

M. le Professeur Veillet présente un travail de M. Masson :

« Étude de l'action du pH et du sel sur le développement de *Penicillium glaucum* ».

À l'issue de cette communication, M. le Professeur Werner fait remarquer que la désignation : *Penicillium glaucum* n'est pas assez précise.

M. Condé fait part en son nom et en celui de M. Mathieu, de « la capture d'une couleur verte et jaune dans le Barrois ». Cet animal n'étant connu qu'en des stations bien déterminées.

M. Maubeuge expose ses recherches sur :

« La base du jurassique moyen entre les vallées de l'Armançon et de la Laignes avec quelques remarques sur des régions voisines ».

Enfin, une très intéressante conférence, avec un abondant matériel et des démonstrations, a retenu l'attention de tous les auditeurs.

M. Frenzy traitait de « L'Electrophorèse et l'immunoélectrophorèse, méthodes d'investigation des protéines dans les milieux biologiques ».

Tous ces travaux seront publiés au Bulletin dès qu'il le sera possible.

La séance est levée à 18 h. 50.

### Séance du 13 mars 1958

La séance est ouverte à 17 h. 05 sous la présidence de M. le Professeur Veillet. Les excuses de M. le Professeur Werner, empêché d'assister à la réunion sont communiquées.

M. Cézard, trésorier, lit, en l'absence de Mlle Besson, le procès-verbal de la dernière réunion.

M. Veillet présente et résume un travail de l'un de ses élèves, M. A. Masson : « Contribution à l'étude de l'amélioration des sels de Fromagerie ». Le texte du mémoire, remis en séance, est destiné à être publié au Bulletin.

M. Maubeuge communique une demande d'échanges de publications émanant de Cluj, Rép. Populaire Roumaine. Parmi les pièces imprimées de la correspon-

dance, il signale deux notes émanant de M. Schwartz et de ses collaborateurs du groupe d'études biologiques de la S.E.I.T.A., concernant les relations cancer des voies respiratoires et usage du tabac. M. Schwartz a d'ailleurs laissé espérer, plus tard, un exposé de ses investigations, devant notre Société. Enfin, M. Maubeuge présente les nouvelles cartes géologiques régionales, feuilles de Toul et Etain, au 50.000<sup>e</sup>; M. Veillet insiste sur le travail que de telles cartes levées par M. Maubeuge seul, peuvent impliquer.

M. le Professeur R. Ruyer, de l'Institut, a donné une brillante conférence sur: « Hasard et finalité dans la généalogie de l'Homme »; ce texte sera publié au Bulletin. Cet exposé d'un philosophe pur a été suivi d'échanges de vues; notamment M. Frentz demande des précisions sur le « réseau de possibilités ». M. Maubeuge insiste sur les divergences d'opinions bien connue quant à la finalité, dès que l'on passe du monde des créations humaines à la biologie, tout court. M. Duchaufour rappelle une conférence récente du Professeur Grasset qui croit à une pensée créatrice, les mutations étant impossibles pour expliquer le cadre de l'Evolution biologique.

M. André, ingénieur aux Etablissements Solvay, présente et commente deux films en couleurs réalisés par un consortium de Sociétés chimiques françaises: « Du sel, du calcaire et du coke »; « Matériaux nouveaux, demeures nouvelles ». Ces bandes retracent les étapes de la fabrication des plastiques et leur utilisation, surtout dans l'architecture moderne. M. André a mis l'accent sur l'emploi progressif, mais en brutal accroissement, des plastiques dans le Monde depuis quelques années; la France a très rapidement pris une place de premier plan dans cette industrie basée sur l'extraction du chlorure de sel marin ou du sel gemme, et sur la fabrication du carbure de calcium à l'arc électrique, avec du simple calcaire et du coke.

La séance, très chargée, a été levée à 19 h. 20.

---

Erratum au t. XVII, p. 23 à 27.

P. 23, 1<sup>er</sup> § et p. 26, explication de la fig. 2, au lieu de *Wygodzinsky*, lire *Wygodzinskyi*.