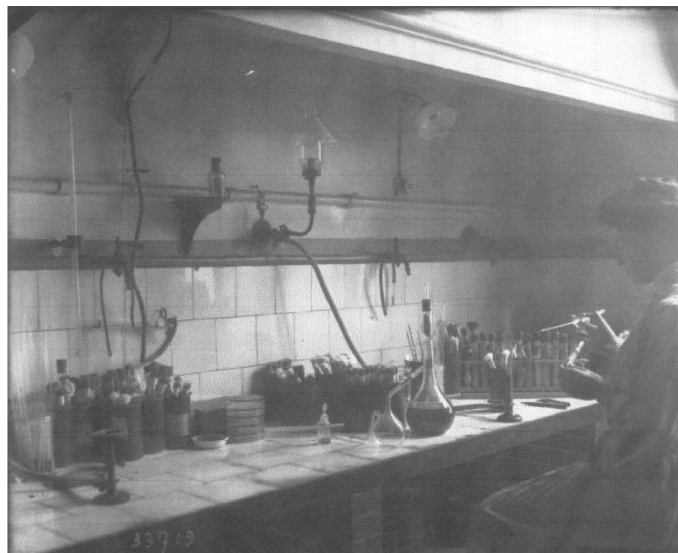


**Volume 17      2010      Numéro 1**

**BULLETIN D'HISTOIRE ET  
D'ÉPISTÉMOLOGIE  
DES SCIENCES DE LA VIE**



**Bulletin de la Société d'Histoire et d'Épistémologie  
des Sciences de la Vie**





**Volume 17      2010      Numéro 1**

**BULLETIN D'HISTOIRE ET  
D'ÉPISTÉMOLOGIE  
DES SCIENCES DE LA VIE**



**Bulletin de la Société d'Histoire et d'Épistémologie  
des Sciences de la Vie**

**Publié avec le concours du Centre National du Livre**

**Société d'Histoire et d'Épistémologie  
des Sciences de la vie**

**Président :** Jean-Louis FISCHER (Paris)

**Vice-présidente :** Maria Teresa MONTI (Milan)

**Vice-président :** Patrick BLANDIN (Paris)

**Secrétaire Général :** Laurent LOISON (Nantes)

**Trésorier :** Olivier PERRU (Lyon)

**Rédacteur en chef du bulletin :** Daniel BECQUEMONT (Lille)

**Assistante de rédaction :** Françoise THIBAUT (Paris)

**Comité de rédaction**

Daniel BECQUEMONT	Laurent LOISON
Dominique OTTAVI	Marion THOMAS
Stéphane TIRARD	

**Comité de lecture :**

Daniel BECQUEMONT (Lille)	Michel MORANGE (Paris)
Claude DEBRU (Paris)	Olivier PERRU (Lyon)
Jean-Claude DUPONT (Amiens)	Sylvène RENOUD (Nantes)
Jean-Louis FISCHER (Paris)	Hans-Jörg RHEINBERGER (Berlin)
Evelyn FOX KELLER (Cambridge, USA)	Thomas PRADEU (Paris)
Charles GALPERIN (Paris)	Stéphane SCHMITT (Paris)
Jean GAYON (Paris)	Marion THOMAS (Paris)
Danièle GHESQUIER (Paris)	Stéphane TIRARD (Nantes)

Le *Bulletin* publie des informations relatives à l'histoire, à l'épistémologie et à la philosophie des sciences de la vie, ainsi que des articles courts, après expertise et acceptation du comité de lecture. Les textes, conformes aux normes de la revue, doivent être adressés par mail au rédacteur en chef [becquemont@wanadoo.fr](mailto:becquemont@wanadoo.fr). Les recommandations aux auteurs sont disponibles auprès du rédacteur en chef.

Site de la société : <http://www.bium.univ-paris5.fr/shesvie/debut.htm>

Document de couverture : Institut Pasteur, travail d'ensemencement par une laborantine, photographie de presse, agence Rol.

**LA BIOLOGIE  
PARISIENNE  
À LA FIN DU  
XIX<sup>ème</sup> SIÈCLE**

**Dossier coordonné par Laurent Loison**

### Sommaire

- Introduction par Laurent Loison .....	9
- Les pharmaciens français et les sciences de la vie dans les grandes institutions parisiennes : de la seconde moitié du XIX <sup>e</sup> siècle à la grande guerre par Philippe Jaussaud .....	13
- Emile Bourquelot et les débuts mycologiques de la chimiotaxonomie végétale par Bruno Jupile .....	37
- A l'ombre ou en marge de Claude Bernard : la physiologie à Paris à la fin du XIX <sup>e</sup> siècle (1878-1905) par Christian et Renée Bange .....	51
- Emile Ducaux : 1840-1904 par Michel Morange .....	69
- Serge Voronoff (1866-1951) : l'ambiance parisienne biomédicale entre xénogreffes, querelle de l'interstitiel et néo-malthusianisme par Jean-Louis Fischer .....	77
- Edmond Perrier exobiologiste par Daniel Becquemont .....	91

## Contents

- Introduction Laurent Loison .....	9
- French pharmacists and the sciences of life in the great Paris institutions : from the second half of the XIX <sup>th</sup> century to the First World War Philippe Jaussaud .....	13
- Emile Bourquelot and the mycological beginnings of vegetal chimiotaxonomy Bruno Jupile .....	37
- Under the shadow of Claude Bernard : French physiology in Paris by the end of the XIX <sup>th</sup> century (1878-1905) Christian and Renée Bange .....	51
- Emile Ducaux : 1840-1904 Michel Morange .....	69
- Serge Voronoff (1856-1951): The biomedical climate between xenografts, the interstitial quarrel and neo-malthusianism Jean-Louis Fischer .....	77
- Edmond Perrier exobiologist Daniel Becquemont .....	91



## **Introduction**

Laurent Loison \*

A l'exception du texte de Bruno Jupile, ce numéro du Bulletin de la Shesvie est un groupement partiel des actes de la session « La biologie parisienne à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle ». Cette session prit place au sein du 3<sup>e</sup> Congrès de la SFHST en octobre 2008 à Paris. Elle fut organisée à l'initiative de Stéphane Tirard et Michel Morange, qui en assurèrent le bon déroulement.

Au-delà des nécessités et des contraintes liées à ce type de rassemblement, qui obligent à trouver un terrain d'entente suffisamment vaste pour que différents chercheurs puissent s'y exprimer, il est un fait que ce moment et ce lieu sont un jalon important de l'histoire des sciences du vivant. Car en effet, le XIX<sup>e</sup> siècle vit progressivement l'histoire naturelle laisser sa place à une biologie, qui, sans jamais être une science unifiée, affichait néanmoins des ambitions dépassant la description et la classification du monde naturel.

Il est possible de distinguer trois moments successifs au cours de cet épisode de transformation. Le premier serait centré sur le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, moment qui vit s'imposer des savants de première envergure, et dont l'œuvre allait ouvrir quantité de nouveaux champs de recherche. Il en fut ainsi de Charles Darwin, Claude Bernard, puis Louis Pasteur. Le second correspondrait au legs direct de ces grandes figures : dans le sillage de leurs maîtres, les scientifiques actifs durant la période 1870-1900 participèrent à la réélaboration complète des disciplines de la biologie naissante. On voit alors se mettre en place, de manière très rapide, nombre de nouvelles disciplines : embryologie et tératologie expérimentales, biologie cellulaire, microbiologie, biométrie, endocrinologie, chimie biologique, etc. Certains de ces essais, sous la forme qu'ils prirent à ce moment, ne survivront d'ailleurs pas au XIX<sup>e</sup> siècle (comme l'« ophothérapie » dont traite dans ce volume Jean-Louis Fischer). Enfin, les deux premières décennies du XX<sup>e</sup> siècle voient cette restructuration progressivement se stabiliser, et, avec l'essor de la génétique,

---

\* Centre François-Viète, Université de Nantes.

la grille de lecture du vivant prit alors la forme qui allait dominer la recherche durant une bonne partie du siècle.

Les textes réunis ici portent prioritairement sur le deuxième moment de cette histoire, soit la période la plus effective de transformation des sciences du vivant, qui se laisse aussi remarquer par le changement des institutions parisiennes (création de l'Institut Pasteur, transformations des intitulés des chaires, mise en place de laboratoires de recherche, etc.). Le moment étant défini, reste la question du lieu. Bien qu'ayant perdu sa position hégémonique, Paris était toujours, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, un centre incontournable de la recherche scientifique. Il y existait de nombreuses institutions, qui demeuraient des lieux actifs dans les sciences du vivant : le Muséum national d'Histoire naturelle, la Faculté des sciences, le Collège de France, l'École supérieure de pharmacie, et le nouvel Institut Pasteur (pour les plus prestigieux). Aussi l'historien peut-il y observer quantité de travaux, qui furent partie prenante dans ce processus de « biologisation » de l'histoire naturelle.

On verra d'abord dans ce dossier le rôle fondamental des pharmaciens-biologistes, qui, grâce notamment à leur formation très généraliste, purent entreprendre des recherches à la frontière de nombreuses disciplines, et ainsi participer à l'essor de domaines nouveaux. Le texte de Philippe Jaussaud montre ainsi de manière très complète comment cette catégorie de chercheurs s'est investie massivement dans la science pure au cours de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. Il en est ressorti des travaux de première importance, comme ceux portant sur certains aspects fondamentaux de la biologie cellulaire chez les végétaux (Léon Guignard). Bruno Jupile nous invite à considérer un cas précis d'élaboration d'une nouvelle discipline : la chimiotaxonomie végétale. Elle aussi fut le fruit du labeur de pharmaciens, au premier rang desquels Emile Bourquelot, qui consacra une partie importante de sa carrière à tenter de caractériser certains composés chimiques et certaines voies métaboliques propres aux champignons.

On verra également comment ces scientifiques eurent à prendre position face aux travaux fondateurs de leurs aînés. Ainsi la question si importante et si débattue de l'héritage intellectuel de Claude Bernard est-elle abordée par Christian et Renée Bange. Où l'on constatera à la fois l'importance quantitative des élèves du maître et la fécondité de certaines de ses anticipations, qui purent être concrétisées dans le champ de la physiologie animale aux alentours de 1900. Michel Morange envisage l'héritage de Louis Pasteur selon une perspective inverse, en se concentrant sur le cas particulier d'un des élèves et collaborateurs de l'illustre savant, Émile Duclaux. On pourra alors apprécier que dans la continuation d'une tradition, à côté du

travail strictement scientifique, le travail institutionnel peut prendre toute sa place. Duclaux succéda à Pasteur à la tête de l'Institut, et eut alors la charge de poursuivre son développement tout en maintenant l'esprit « pasteurien » de la maison. Cet engagement dans l'administration de la science trouvait un pendant, chez Duclaux, dans la vie de la cité : il fut un dreyfusard de la première heure et resta toujours soucieux d'améliorer le sort de ses contemporains grâce aux possibilités de la science.

On verra enfin l'idéologie à l'œuvre dans cette science de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. D'abord par l'étude de Jean-Louis Fischer, qui montre la vogue des travaux de Serge Voronoff consistant à pratiquer la greffe testiculaire du singe à l'homme. Pratiques chirurgicales qui furent conduites afin d'empêcher sa dégénérescence par l'action toute puissante du milieu, et qui trouvaient leur inspiration dans certaines thèses physiologiques antérieures. Où l'orientation résolument lamarckienne de la biologie française se laisse nettement percevoir. Pour terminer, Daniel Becquemont traite d'un lamarckien notoire, le zoologiste Edmond Perrier, mais sur un terrain inattendu : la question de la vie extra-terrestre. On pourra constater que l'« exobiologie », dans ses balbutiements et faute de données empiriques, reposait sur l'idée laplacienne d'un univers totalement déterminé. La prédictibilité absolue de l'évolution de la matière devait autoriser la connaissance a priori des êtres peuplant les différents corps habitables du système solaire. De là une description plus que détaillée des organismes vivant sur Vénus et sur Mars.

A la lecture de ce dossier, on n'aura assurément pas une connaissance complète de ce que fut la biologie parisienne à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Mais on aura au moins acquis l'intuition de sa richesse et de sa complexité.



Les pharmaciens français et les sciences de la vie dans les grandes institutions parisiennes : de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle à la grande guerre

Philippe Jaussaud\*

**RÉSUMÉ.** Durant la période considérée, de nombreux pharmaciens français en postes dans de grandes institutions scientifiques parisiennes - le Muséum national d'Histoire naturelle, l'École supérieure de Pharmacie, le Collège de France, la Faculté des sciences - s'illustrèrent dans le domaine des sciences de la vie. En effet, les études pharmaceutiques accordèrent toujours une large place à l'histoire naturelle, dont deux branches sont envisagées ici : la zoologie et la botanique. Dans le domaine de la biologie des organismes animaux, les pharmaciens « institutionnels » s'intéressèrent à la fois aux Invertébrés et aux Vertébrés. Alphonse Milne-Edwards fut un zoologiste complet de grande renommée, qui travailla à la fois sur les Crustacés, les Mammifères et les Oiseaux, tandis que d'autres pharmaciens choisirent de se spécialiser davantage, comme Henri Beaugard qui décrivit minutieusement l'anatomie des Cétacés. En botanique, si le champ de recherche d'Adolphe Chatin inclut aussi bien des Champignons que les plantes à fleurs, a contrario Paul Harriot et Narcisse Patouillard se consacrèrent uniquement à la Cryptogamie. Léon Guignard fut quant à lui un savant de premier plan, qui éclaircit de nombreuses questions relatives aux divisions cellulaires, à la reproduction des Angiospermes et à la phytochimie. En physiologie végétale, Marcellin Berthelot et Georges Ville sortirent vainqueurs du débat sur la fixation de l'azote atmosphérique par les plantes. Enfin, les travaux des pharmaciens « institutionnels » trouvèrent des applications dans divers domaines, comme l'agronomie, la nutrition, la pharmacognosie ou la toxicologie.

**MOTS-CLES :** pharmaciens, zoologie, botanique, institutions scientifiques.

\*\*\*

**ABSTRACT.** During the studied period, many French pharmacists holding positions in great scientific institutions of Paris - the Muséum national d'Histoire naturelle, the École supérieure de Pharmacie, the Collège de France, the faculty of sciences - won renown in the field of life sciences. Indeed, the pharmaceutical training always provided a large place to the natural history, whose two branches are considered here: zoology and botany. In the field of the biology of animal organisms,

---

\* Université de Lyon ; Université Lyon 1 ; EA 4148 « Laboratoire d'Études du Phénomène Scientifique » (LEPS)

the « institutional » pharmacists took an interest in both invertebrates and vertebrates. Alphonse Milne-Edwards was a great famed zoologist, with several competences, who studied at one and the same time the Crustacea, the Mammals and the Birds, whereas other pharmacists chose to specialize themselves, such as Henri Beauregard, who meticulously described the anatomy of the Cetacea. In the field of botany, if the research work of Adolphe Chatin included both Mycets and plants with flowers, quite the reverse Paul Harriot and Narcisse Patouillard devoted themselves only to the cryptogamy. Léon Guignard was for his part a prominent scientist, who clarified many questions concerning the cellular splittings, the reproduction of the Angiosperms and the phytochemistry. In vegetal physiology, Marcellin Berthelot and Georges Ville emerged as the winners of the debate upon the fixation of the atmospheric nitrogen by the plants. Endly, the works of the « institutional » pharmacists found applications in several fields, as agronomy, nutrition, pharmacognosy or toxicology.

KEYWORDS : pharmacists, zoology, botany, scientific institutions.

\*\*\*

Un nombre considérable de pharmaciens français s'est illustré, au sein des grandes institutions scientifiques parisiennes, dans le domaine des sciences de la vie. Pareil phénomène découle de la grande et constante pluridisciplinarité de l'enseignement pharmaceutique, qu'aucun changement de régime ne vint modifier, depuis les premières leçons et démonstrations collectives dont bénéficièrent les apprentis apothicaires à partir du XVII<sup>e</sup> siècle jusqu'aux cours dispensés au sein de nos modernes facultés. De plus, les découvertes biologiques spectaculaires survenues au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, comme celles de Pasteur, de Brown-Sequard ou de Claude Bernard<sup>1</sup>, transformèrent profondément l'art pharmaceutique en accroissant la scientificité de ses méthodes et l'efficacité de ses résultats. Ces remarques introductives légitiment le sujet abordé, dont le développement nécessitera au préalable une contextualisation plus précise.

#### UN CONTEXTE INTELLECTUEL ET INSTITUTIONNEL FAVORABLE

En 1867, Alphonse Milne-Edwards (1835-1900) - qui sera abondamment évoqué ici -, remarquait : « La chimie et les sciences naturelles sont, comme chacun le sait, les principales bases de la pharmacologie (...). Il n'est donc pas surprenant que la pharmacie ait fourni à la chimie et aux sciences naturelles un grand nombre d'investigateurs et ait payé amplement par des

---

<sup>1</sup> Cf. Goris A. (1926) « Leçon inaugurale du cours de pharmacie galénique », *Bulletin des Sciences Pharmacologiques*, vol. 33, pp. 51-53

découvertes les services qu'elle en recevait »<sup>2</sup>. Guillaume Valette, professeur de pharmacodynamie à la faculté de pharmacie de Paris, confirma cette analyse en 1956 : « De l'étude du médicament naturel, de la « drogue simple », les pharmaciens en sont venus, les uns à la chimie, les autres à la botanique et à la zoologie. Or, les plantes et les animaux offrent des sujets de recherches qui, pour être assez éloignés de l'art de préparer les médicaments, n'en ont pas moins suscité, de la part de nos éminents prédécesseurs, des travaux d'une portée scientifique »<sup>3</sup>.

Milne-Edwards souligna les conséquences muséographiques de l'attrance des pharmaciens pour l'histoire naturelle : « *Les pharmaciens ont toujours eu le goût des collections, et plus d'une officine est devenue peu à peu un riche musée* »<sup>4</sup>. Effectivement, parmi les « cabinets de curiosités » qui furent tant à la mode du XVI<sup>e</sup> au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, beaucoup appartinrent à des apothicaires<sup>5</sup>. Leur évolution conduisit aux cabinets d'histoire naturelle. L'un de ceux-ci, créé en 1768 au Jardin des Apothicaires, était en réalité un « droguier ». Il suscita la colère de la faculté de médecine de Paris, jalouse de ses prérogatives en la matière.

La présente analyse ne visant pas l'exhaustivité, plusieurs limites lui seront imposées. D'abord, seuls seront présentés ici quelques grands scientifiques, auteurs de travaux majeurs. Ensuite, le propos de l'auteur se restreindra à quatre grands établissements implantés dans la capitale : l'École supérieure de pharmacie de Paris, le Muséum national d'Histoire naturelle, le Collège de France et la faculté des sciences de Paris. Enfin, deux disciplines seulement seront évoquées : la zoologie et la botanique.

Plusieurs établissements accueillirent les travaux d'histoire naturelle des pharmaciens « institutionnels ». L'École supérieure de pharmacie arrive, bien sûr, en premier lieu. D'abord implantée rue de l'Arbalète, elle fut rattaché à l'Université en 1840, puis transféré avenue de l'Observatoire en 1882, avant d'acquérir en 1920 le statut de faculté. Au cours de son histoire, plusieurs chaires magistrales furent dévolues aux sciences de la vie : zoologie, botanique, cryptogamie, histoire naturelle des médicaments, microbiologie, physiologie, endocrinologie, parasitologie et hématologie. Le concours

<sup>2</sup> Milne-Edwards A. (1867) « Éloge de M. Valenciennes », *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 4<sup>e</sup> série, vol. 5, pp. 5-6.

<sup>3</sup> Cf. Valette G. (1956) « Activités des facultés de pharmacie dans le domaine de la recherche biologique », *Revue de l'Enseignement Supérieur*, n° 1, p. 51. L'auteur rappelle que la botanique et la zoologie, jointes à la chimie, représentent « les trois piliers sur lesquels la science pharmaceutique s'est fondée ».

<sup>4</sup> Milne-Edwards, A. (1867), *Ibid.*

<sup>5</sup> Cf. Mauriès P. (2002). *Cabinets de curiosités*. Gallimard, Paris, 2002, 259 p.

d'agrégation distinguait d'ailleurs des candidats, non seulement dans des disciplines physico-chimiques ou purement pharmaceutiques, mais aussi en histoire naturelle, zoologie, botanique et cryptogamie<sup>6</sup>. Cependant, plusieurs années s'écoulèrent avant la création, à l'École de Pharmacie, de laboratoires permettant d'effectuer des recherches en sciences de la vie. Une telle carence explique que nombre de jeune pharmaciens naturalistes aient rejoint, afin d'y conduire leurs travaux, des services du Muséum national d'Histoire naturelle.

Ce dernier, il est utile de le rappeler, avait émergé dans la continuité du Jardin royal des Plantes médicinales, lequel était considéré à ses débuts comme une « véritable école de pharmacie »<sup>7</sup>. Un tel phénomène explique peut-être le fait qu'environ cinq pour cent des savants recrutés au Muséum entre 1793 et 1985 furent des membres de la profession<sup>8</sup>. Par contraste, seules les chaires de chimie du Collège de France accueillirent des pharmaciens. Il sera cependant fait allusion ici à cet établissement à propos de Marcellin Berthelot (1807-1907). En effet c'est sur sa demande que fut fondée en 1883 la station de chimie végétale de Meudon, pour être annexée à sa chaire de « Chimie organique » du Collège de France. Berthelot effectua dans le laboratoire de la station des recherches phytochimiques intéressantes<sup>9</sup> (cf. infra). Quant aux pharmaciens en poste à la faculté des sciences de Paris durant la période concernée, ils se distinguèrent surtout dans le domaine de la chimie pure ou thérapeutique. Cette règle souffrit pourtant quelques exceptions, dont l'une sera mentionnée dans l'exposé qui suit.

#### LA ZOOLOGIE

L'évolution de la zoologie à l'École de Pharmacie de Paris a été résumée comme suit par Valette. Initialement « confinée dans l'étude des drogues simples tirées du règne animal : Cantharide, Sangsue, Civette, Castoreum, etc., la recherche zoologique s'adressa, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, aux grands problèmes de la faunistique et de l'anatomie comparée ». Puis, « d'abord exclusivement descriptives (...), les recherches ont pris de plus en plus un

<sup>6</sup> Des agrégés de l'École de Pharmacie, comme Milne-Edwards et Bouvier, entrèrent au Muséum. Nous évoquerons plus loin le cas de Beauregard. Cf. Dillemann G. (1987) « Professeurs et agrégés de l'École supérieure de Pharmacie de Paris », *Revue d'Histoire de la Pharmacie*, vol. 34, n°274, pp. 201-211.

<sup>7</sup> Cf. Contant J-P. (1952), *Contribution à l'histoire de l'enseignement de la pharmacie : l'enseignement de la chimie au Jardin royal des plantes de Paris*, Thèse de Doctorat en Pharmacie de l'université de Strasbourg, Cahors, Coueslant, p. 7.

<sup>8</sup> Cf. Jaussaud P. (1998) *Pharmaciens au Muséum. De la chimie à l'histoire naturelle*, Paris, Publications scientifiques du Muséum, 259 p. et Jaussaud P. & Brygoo E. (2004) *Du Jardin au Muséum en 516 biographies*, Paris, Publications scientifiques du Muséum, p. 13

<sup>9</sup> Cf. Jacques J. (1987) *Berthelot - Autopsie d'un mythe*. Paris, Belin, pp. 173-175.



caractère expérimental en même temps que le cadre primitif de la zoologie générale se diversifiait et se spécialisait en nouvelles disciplines telles que parasitologie, physiologie et pharmacodynamie »<sup>10</sup>. Au Muséum, durant la période ici envisagée, la situation était sensiblement différente : l'étude du règne animal se trouvait davantage diversifiée, car elle bénéficiait de plusieurs chaires<sup>11</sup>. De plus, l'existence d'une chaire de « Physiologie » - occupée un temps par Claude Bernard - avait rendu possible une approche expérimentale bien plus précoce qu'à l'École de Pharmacie. Henri de Lacaze-Duthiers, professeur de malacologie, considérait d'ailleurs la zoologie comme une science expérimentale.

En tête des grands pharmaciens zoologistes - et figurant parmi les plus grands zoologistes tout court - vient Alphonse Milne-Edwards, déjà cité. Son œuvre immense généra plus de deux cents livres et articles consistants. Il occupa deux chaires : celle de « Zoologie » de l'École de Pharmacie, où il succéda en 1865 à son maître Achille Valenciennes (cf. infra), et celle de « Zoologie (Mammifères et Oiseaux) » au Muséum en 1876. Au sein de la seconde, il dirigea le laboratoire de « zoologie anatomique » associé à l'École pratique des hautes études. Élu deux fois directeur du Muséum, en 1891 et 1896, Milne-Edwards inversa la politique de ses prédécesseurs chimistes, en favorisant les « naturalistes » aux dépens des « expérimentalistes »<sup>12</sup>. Ce zoologiste complet s'intéressa autant aux Vertébrés qu'aux Invertébrés et autant à l'anatomie et à la classification des espèces qu'à leur répartition géographique ou même à leurs ancêtres fossiles. Par ailleurs, Milne-Edwards fut essentiellement un « descripteur » et non un théoricien.

#### *Les Invertébrés*

Un heureux hasard fournit au pharmacien l'occasion de décrire une faune jusque-là inconnue, qui vivait à plus de deux mille mètres sous la surface de la mer. Le câble sous-marin reliant l'Algérie à la Sardaigne s'étant rompu en 1861, les travaux entrepris afin de le réparer ramenèrent à la surface des

<sup>10</sup> Cf. Valette, G. (1956) « Activités des facultés de pharmacie dans le domaine de la recherche biologique », *Revue de l'Enseignement Supérieur*, n° 1, p. 49.

<sup>11</sup> Durant la période envisagée ici, à l'École supérieure de Pharmacie une seule chaire se trouvait dévolue à la zoologie, alors que la botanique bénéficiait de trois chaires : « Botanique », « Histoire naturelle des médicaments » et « Cryptogamie ». La répartition était inverse au Muséum, avec en moyenne (compte tenu des remaniements) trois chaires de botanique (si l'on exclut la « Physique végétale ») et cinq de zoologie (si l'on exclut la « Physiologie »).

<sup>12</sup> Pour les oppositions entre « naturalistes » et « expérimentalistes », cf. Schnitter C. (1995) « Le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris ; un terrain d'affrontement entre naturalistes et expérimentalistes ? », *Bulletin d'Histoire et d'Épistémologie des Sciences de la Vie*, vol. 2, pp. 41-49.

fragments métalliques auxquels adhéraient d'étranges animaux. Envoyé sur place pour les observer, Milne-Edwards découvrit notamment de nouvelles espèces de Coralliaires, de Bryozoaires, de Gorgones, de Serpules et de Gastéropodes. Vivant à l'obscurité sous des pressions énormes, certains de ces organismes étaient déjà connus à l'état de fossiles. Plus tard, le savant dirigea de nouvelles expéditions océanographiques à bord des navires *Le Travailleur* et *Le Talisman*, prospectant en Méditerranée, ainsi que dans plusieurs zones de l'Atlantique nord. Dragués jusqu'à des profondeurs de cinq mille mètres, les fonds marins livrèrent une riche moisson de nouvelles espèces abyssales. En 1884, Milne-Edwards organisa au Muséum une exposition mémorable, afin que le public puisse prendre connaissance des résultats de ses campagnes océanographiques. De très nombreux Parisiens défilèrent alors devant les spécimens conservés dans des bocaux et les appareils de mesure ou de récolte : ce fut un succès mémorable. Maurice Fontaine (1904-2009), qui devint professeur de physiologie au Muséum en 1943, devait plus tard s'illustrer, lui aussi, dans le domaine de l'océanographie.

Milne-Edwards nourrit durant toute sa vie une véritable passion pour les Crustacés supérieurs<sup>13</sup>, actuels et fossiles. Il recevait de ses correspondants des spécimens du monde entier, qu'il examinait minutieusement, avant de les remettre à son collègue du Muséum titulaire de la chaire des « Animaux articulés ». Ainsi, Alexandre Agassiz lui envoya pour étude un *Bathynomus*, Isopode gigantesque des grands fonds marins ressemblant à un cloporte. L'animal trôna longtemps dans le cabinet Milne-Edwards, qui ne pouvait se résoudre à s'en séparer. Le pharmacien zoologiste étudia aussi l'anatomie d'autres animaux articulés : les Limules. Chez ces fossiles vivants à l'aspect étrange, il détermina avec précision les positions respectives du système nerveux et de l'appareil circulatoire, le second entourant le premier.

Milne-Edwards communiqua son vif intérêt pour les Crustacés à un jeune normalien qu'Edmond Perrier avait recruté au Muséum : Louis Bouvier (1856-1944). Celui-ci suivit des études de pharmacie sur le conseil de Milne-Edwards, dont il devint rapidement un fidèle collaborateur, prenant la sous-direction du laboratoire de « Zoologie anatomique » de l'EPHE. En 1895, soutenu par son maître, Bouvier occupa au Muséum la chaire d'« Histoire naturelle des Crustacés, des Arachnides et des Insectes ou des Animaux articulés ». Lorsque cette chaire fut dédoublée en 1917, il devint professeur

---

<sup>13</sup> Alors qu'il était à l'article de la mort, il continuait à découper des planches de Crustacés dans des ouvrages, pour constituer des fiches de diagnose. Cf. Lacroix A. (1924) *Notice historique sur Alphonse Milne-Edwards : lecture faite dans la séance publique annuelle du 22 décembre 1924*, Institut de France, Paris, Gauthier-Villars, p. 28.

d'« Entomologie ». Bouvier signa plus d'une centaine de publications relatives à l'anatomie des Crustacés, principalement des Décapodes comme les crevettes d'eau douce ou des espèces marines.

Le dernier élève pharmacien de Milne-Edwards, si l'on excepte Léon Launoy<sup>14</sup>, fut Henri Coutière (1869-1952). Celui-ci se vit charger en 1897, sur la proposition de son maître, d'une mission scientifique en mer Rouge. Il rapporta de nombreux spécimens d'Invertébrés, parmi lesquels des Crustacés - dont quatorze espèces nouvelles d'Alphéidés. Coutière, responsable du laboratoire de « Zoologie anatomique », suppléa à partir de 1899 son maître malade dans son enseignement à l'École de Pharmacie<sup>15</sup>. Il lui succéda finalement en 1902, comme professeur titulaire. Coutière n'installa pas de laboratoire dans sa chaire, ce qui obligeait les étudiants désireux d'effectuer des recherches zoologiques à travailler dans les services du Muséum.

Concernant la physiologie des Crustacés, il faut signaler les travaux d'un fidèle disciple de Cuvier : Achille Valenciennes (1794-1865). Cet autodidacte, formé au Muséum, y devint en 1832 professeur titulaire de la chaire d'« Histoire naturelle des Mollusques, des Vers et des Zoophytes », qu'il occupa durant plus de trente ans. Par ailleurs, Valenciennes fut en 1856 le premier titulaire de la chaire de « Zoologie » de l'École de Pharmacie. Il se trouva dispensé de l'agrégation car membre de l'Institut, mais il tint à passer les épreuves conférant le grade de pharmacien de première classe. En « malacostrologie », Valenciennes s'intéressa à la reproduction des Décapodes, comme le homard.

D'autres *Articulés* que les Crustacés firent l'objet d'intéressantes recherches, conduites par des pharmaciens naturalistes. Ainsi, Bouvier travailla sur les Pycnogonides, qui sont des Arachnides vivant dans les grands fonds océaniques, et sur les Insectes. Rappelons que sa chaire initiale du Muséum fut transformée en chaire d'« Entomologie ». Les travaux de Bouvier sur les Insectes concernèrent principalement les mœurs de certains Hyménoptères et la taxinomie des Lépidoptères Saturnioïdes. De plus, le savant ne dédaigna pas de vulgariser les connaissances entomologiques grâce à la rédaction de trois ouvrages : *La vie psychique des Insectes* (1918), *Habitudes et métamorphoses des Insectes* (1921) et *Le communisme chez les*

---

<sup>14</sup> Léon Launoy devint professeur de zoologie à l'École de Pharmacie de Paris au terme d'une carrière difficile. Jeune pharmacien, il travailla brièvement au Muséum chez Milne-Edwards, sous la direction de Coutière. Cf. Launoy L. (1953), « Le Professeur Henri Coutière (1869-1952) », *Annales Pharmaceutiques françaises*, vol. 11, pp. 155-160.

<sup>15</sup> Milne-Edwards avait rendu le même service à Achille Valenciennes, lequel souffrait de troubles cardiaques.

*Insectes* (1927). Coutière s'intéressa quant à lui aux Hémiptères marins halophiles. Enfin, Henri Beaugard (1851-1900), dont l'œuvre zoologique principale sera étudiée ultérieurement (cf. infra), publia en 1890 un ouvrage de plus de cinq cents pages sur « Les Insectes vésicants » dont l'exemple le plus connu est un Coléoptère, la Cantharide.

Certains pharmaciens « institutionnels » se consacrèrent avec succès à l'étude des *Mollusques*, c'est-à-dire à la malacologie. En premier lieu vient Valenciennes, qui travailla sur les Lamellibranches, les Panopées et les Nautilés<sup>16</sup>. Il décrivit notamment les « Coquilles » fluviatiles, marines ou terrestres, bivalves ou univalves, recueillies par Humboldt et Bonpland pendant leur voyage sur le « nouveau continent ». Bien qu'ayant adopté une approche essentiellement descriptive et classificatoire, il mit en évidence les liens existant entre des séries de Mollusques à coquilles actuels et leurs analogues fossiles. Bouvier se distingua lui aussi dans le domaine de la malacologie, sur le chapitre de l'anatomie et de la taxinomie des Gastéropodes. Grâce à l'examen de leur chaîne nerveuse viscérale, il distingua les Prosobranches des Opistobranches : chez les premiers seulement, le cordon nerveux est tordu en forme de huit. Les travaux du pharmacien fournirent la substance d'une thèse de doctorat ès sciences, intitulée *Système nerveux, morphologie générale et classification des Gastéropodes Prosobranches* (1887). Cette étude s'insérait dans un vaste programme de recherches d'Henri de Lacaze-Duthiers, visant à la classer les Gastéropodes en fonction de la disposition de leur système nerveux<sup>17</sup>. Outre son travail de thèse, Bouvier publia une cinquantaine d'articles sur les Gastéropodes. La réputation du savant était telle qu'il se vit confier par Agassiz le soin de disséquer un mollusque Pleurotomaire, dont trois spécimens seulement étaient connus dans le Monde.

Rien ne prédisposait son confrère Charles Vélain (1845-1925), un ancien interne en pharmacie à l'hôpital Necker qui fit carrière en géologie et en géographie physique à la Faculté des sciences de Paris, à s'intéresser aux Mollusques. Pourtant, sa participation en 1874-75 à l'expédition française chargée d'observer aux îles Saint-Paul et Amsterdam le passage de Vénus

---

<sup>16</sup> Valenciennes s'intéressa également à d'autres animaux au corps mou : Coelentérés, Éponges et Helminthes parasites.

<sup>17</sup> Lacaze-Duthiers avait dirigé la chaire de « Malacologie » du Muséum entre 1865 et 1869, avant de rejoindre la faculté des sciences. Il siégea dans le jury de la thèse de Bouvier. De plus, l'une de ses communications à l'Académie des sciences, intitulée « La classification des Gastéropodes, basée sur les dispositions du système nerveux » (1888), s'achève par un hommage à l'« excellent travail » de Bouvier.

devant le Soleil<sup>18</sup> lui permit de décrire une espèce remarquable. Il s'agissait de l'un des premiers spécimens connus de calmar géant, qu'il baptisa *Architeuthis mouchezi* en l'honneur d'Amédée Mouchez, le commandant de l'expédition. Échoué sur le rivage à la suite d'un raz-de-marée, le mollusque se trouvait dans un état de décomposition tellement avancé que Vélain se contenta de prélever quelques-uns de ses tentacules, son bec et sa « plume ». Ultérieurement, le calmar devait être renommé *Architeuthis sanctipauli*. Vélain soutint en 1878 une thèse de doctorat ès sciences, intitulée *Remarques au sujet de la faune des îles Saint-Paul et Amsterdam (Océan indien), suivies d'une description des mollusques testacés des deux îles*.

#### *Les Vertébrés*

L'embranchement des Vertébrés sera abordé avec les *Poissons*, qui donnèrent lieu à diverses études anatomiques, taxinomiques et physiologiques. Il faut mentionner en tout premier lieu la monumentale *Histoire naturelle des Poissons* (1828-1850) de Cuvier et Valenciennes, comportant vingt-deux volumes, dont les quatorze derniers furent rédigés par le seul Valenciennes après la mort de son maître. L'élaboration de ce traité, orné de 650 planches, qui décrit à nouveau plus de 1744 espèces déjà connues en y ajoutant 2311 nouvelles, réclama l'étude de diverses collections européennes : celles de Londres, Berlin, Leyde et Florence, auxquelles s'ajoutèrent naturellement celles du Muséum<sup>19</sup>. Toujours dans le domaine de l'ichtyologie, Coutière consacra sa thèse d'agrégation aux poissons « toxicophores ». Il présida, par ailleurs, la Société centrale d'aquiculture et de pêche.

Milne-Edwards, comme nous l'avons mentionné précédemment, dirigea au Muséum la chaire d'« Histoire naturelle (Mammifères et Oiseaux) ». Il était également responsable, à ce titre, de la ménagerie de l'établissement. En lien avec la vocation de son service, il conduisit d'importants travaux dans les domaines de l'*ornithologie* et de la *mammalogie*. Comparant l'ostéologie des oiseaux actuels à celle des espèces disparues - grâce à l'analyse de plusieurs milliers de fragments fossiles - Milne-Edwards parvint à dresser un tableau détaillé de l'évolution de la faune aviaire depuis le Crétacé. Il publia ses résultats sous la forme d'un volumineux ouvrage - son œuvre capitale -

<sup>18</sup> Henri Filhol, anatomiste au Muséum, fit aussi partie de cette expédition. Cf. Anon. (1877) « Prix Delalande-Guérineau », *Comptes-Rendus Hebdomadaires de l'Académie des Sciences*, pp. 860-862 et Delépine G (1995) *Les îles australes françaises*, Rennes, Ouest-France, pp. 102-103.

<sup>19</sup> Cf. Bauchot M-L., Daget J. & Bauchot R. (1990) « L'ichtyologie en France au début du XIX<sup>e</sup> siècle : l'Histoire naturelle des Poissons de Cuvier et Valenciennes », *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, vol. XII (suppl.),

intitulé *Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France (1867-1872)*<sup>20</sup>. Milne-Edwards prolongea son travail ornithologique par l'étude d'espèces d'extinction récente, appartenant à la faune de Madagascar et des îles Mascareignes. Il s'intéressa également à l'anatomie et à la physiologie de l'appareil respiratoire des Oiseaux, ainsi qu'à la zoogéographie des espèces antarctiques. Cette dernière question se trouve développée dans un important mémoire, accompagné de cartes, dévolu à la faune des régions australes.

Concernant la mammalogie, le pharmacien décrivit une centaine d'espèces nouvelles, établit sur des bases solides la systématique des Chevrotains, étudia les espèces de la Chine et du Tibet, ainsi que l'hippopotame du Liberia. Milne-Edwards étudia avec Alfred Grandidier l'anatomie des Lémuriens de Madagascar, distinguant taxinomiquement ces Primates des Singes et des Hominiens grâce à la structure de leurs annexes embryonnaires.

L'un des grands spécialistes des Cétacés durant la période qui nous intéresse fut Henri Beauregard, un pharmacien agrégé d'histoire naturelle dont la carrière oscilla entre le Jardin des Plantes et l'avenue de l'Observatoire. C'est dans le laboratoire d'« Anatomie comparée » de Georges Pouchet au Muséum qu'il réalisa l'essentiel de ses travaux, entre 1879 et 1894. Son statut d'agrégé (cf. supra), prolongé de cinq ans, permit à Beauregard, d'attendre la vacance d'un poste de professeur. Ne pouvant succéder à Pouchet au Muséum, il occupa finalement en 1898 la chaire de « Cryptogamie »<sup>21</sup> de l'École de Pharmacie, dont le titulaire, Léon Marchand (1833-1911) (cf. infra) venait de faire valoir ses droits à la retraite. De 1882 à 1892, Beauregard se rendit régulièrement sur les côtes françaises - atlantiques ou méditerranéennes - en quête de Cachalots ou de Baleines échoués. Il disséqua durant cette période d'énormes masses de chair en putréfaction, effectuant des dessins reflétant au mieux la réalité anatomique et isolant les matériaux nécessaires à des études ultérieures. Les publications de Beauregard, dont certaines furent cosignées avec Pouchet, concernèrent notamment l'anatomie du larynx, de la trachée, de l'oreille interne, de l'œil, des organes génito-urinaires, du système nerveux central. Grâce à ses observations, le pharmacien put rédiger une véritable monographie sur le

---

<sup>20</sup> Deux volumes de texte, ainsi qu'un atlas de deux cents planches réunies dans deux tomes.

<sup>21</sup> Beauregard était initialement botaniste. Il enseigna la botanique micrographique à l'École de Pharmacie de Paris et son mémoire d'agrégation traitait « Des organes glandulaires des végétaux et des produits qu'ils fournissent à la matière médicale » (1879).

Cachalot, décrivant avec précision l'organe à spermaceti rempli d'une énorme quantité de corps gras liquide. Il reconnut également la véritable nature de l'ambre gris, une concrétion intestinale dont il étudia par la suite la flore bactérienne et fongique. Par conséquent, Beauregard apporta une contribution de grande valeur à la cétologie<sup>22</sup>. Son collègue Bouvier avait soutenu, de son côté, sa thèse d'agrégation sur « Les Cétacés souffleurs » (1889).

#### LA BOTANIQUE

Pour la botanique, nous distinguerons les travaux concernant les plantes sans fleurs ou Cryptogames (Champignons<sup>23</sup>, Algues, Lichens, Mousses, Fougères), des études relatives aux plantes à fleurs ou Phanérogames (Angiospermes, Gymnospermes). Les deux branches correspondantes sont traditionnellement dénommées cryptogamie et phanérogamie. Elles furent toutes deux explorées par un « généraliste » du règne végétal : Adolphe Chatin (1813-1901), docteur en pharmacie, en médecine et en sciences naturelles. Ce savant enseigna dans sa jeunesse la botanique et la zoologie à l'École de Pharmacie, organisant aussi des cours de géologie, de cosmographie et de métallurgie pour les ouvriers, avant de se consacrer exclusivement à la botanique, dont il explora toutes les divisions classiques : morphologie, anatomie, physiologie, biogéographie, organogénèse, systématique et même tératologie. Chatin fut en quelque sorte, s'il faut oser une comparaison, le Milne-Edwards du règne végétal. Par la suite, il sera fait plusieurs fois référence à ce savant, qui devint en 1848 professeur titulaire de la chaire de « Botanique » de l'École de Pharmacie et fut en 1854 l'un des fondateurs de la Société botanique de France.

#### *La cryptogamie*

La cryptogamie fut étudiée, aussi bien à l'École de Pharmacie qu'au Muséum, avant même que des chaires ne lui soient spécifiquement dévolues<sup>24</sup>. Le premier de ces deux établissements précéda l'autre dans son

<sup>22</sup> Il publia aussi des ouvrages à caractère pédagogique, sur des sujets tels que l'ostéologie ou la microscopie.

<sup>23</sup> Louis-Charles Lutz qualifia la mycologie de « parent pauvre de la botanique pharmaceutique ». Cf. Lambin S. (1954) « Le Professeur Louis-Charles Lutz (1871-1952) », *Annales Pharmaceutiques Françaises*, vol. 12, p. 227.

<sup>24</sup> Cf. Jovet-Ast S. (1984) « La mycologie au Jardin du Roy et au Muséum national d'Histoire naturelle », *Bulletin de la Société Mycologique de France*, vol. 100, fasc. 3, pp. CLXII-CCVI et Jovet-Ast S. (1979) « Histoire de la chaire de Cryptogamie », *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 4<sup>ème</sup> série, n°1, Miscellanea, pp. 105-116.

« institutionnalisation » de la discipline. En effet, Chatin<sup>25</sup> fit créer une chaire de « Cryptogamie » à l'École de Pharmacie en 1882, plus d'une vingtaine d'années avant que celle du Muséum - dénommée « Botanique (classification et familles naturelles de Cryptogames) » - ne soit instituée en remplacement de la « Physiologie végétale ». Les chefs des nouveaux services furent Léon Marchand<sup>26</sup> pour l'avenue de l'Observatoire et Louis Mangin pour le Jardin des Plantes. Le dernier savant cité eut comme collaborateurs deux pharmaciens nés la même année, Paul Hariot (1854-1917) et Narcisse Patouillard (1854-1926).

D'abord préparateur de Chatin à l'École de Pharmacie, Hariot devait mener le reste de sa carrière au Muséum, où il entra en 1882. Sa vocation s'éveilla l'année suivante, durant une mission botanique effectuée au Cap Horn. Le jeune pharmacien put alors observer une végétation très dense de Cryptogames de toute nature, notamment des tapis d'algues géantes. Ensuite, il devint le préparateur de Philippe Van Tieghem, professeur de « Botanique (organographie et physiologie végétale) », qui le chargea de classer les collections cryptogamiques de l'herbier du Muséum. Nommé assistant de Louis Mangin en 1908, Hariot travailla dans deux directions. Comme algologue, il effectua des révisions systématiques, étudia la flore de Saint-Vaast, le genre d'algues vertes dénommé *Trentepohlia*, ainsi que la croissance des *Fucus*. Dans le domaine de la mycologie, Hariot se consacra à l'étude des champignons phytopathogènes. Il publia en 1908 un important ouvrage intitulé « Les Urédinales (rouilles des plantes) » et travailla avec Mangin sur diverses maladies fongiques des végétaux, comme le chancre du laurier rose ou l'oïdium du chêne. Par ailleurs, Hariot devint progressivement le seul responsable des collections cryptogamiques du Muséum<sup>27</sup>.

À la différence de son collègue, Patouillard exerça toujours le métier de pharmacien d'officine parallèlement à ses travaux de recherche. Il fut le préparateur de Marchand à l'École de Pharmacie de 1893 à 1900, puis il rejoignit la chaire de Mangin où il travailla bénévolement jusqu'en 1922. Abandonnant alors son officine<sup>28</sup>, il occupa un poste d'assistant délégué jusqu'à son décès. Patouillard se consacra de manière presque exclusive aux Basidiomycètes du groupe des « champignons supérieurs ». Grâce à des caractères très fins, comme la biochimie ou l'anatomie microscopique, il fit

<sup>25</sup> Chatin avait déjà institué en 1879 un cours complémentaire de cryptogamie.

<sup>26</sup> En réalité, Marchand s'intéressa peu à la cryptogamie, se bornant à réaliser un tableau de révision taxinomique. Il réunit aussi des collections pédagogiques, en particulier une série de moulages peints de champignons.

<sup>27</sup> Lorsque Mangin fut nommé directeur, il délégua à Hariot la gestion des prêts, des consultations et des échanges d'échantillons de l'herbier cryptogamique.

<sup>28</sup> Il en avait géré successivement trois, la dernière se trouvant implantée à Neuilly.



évoluer leur systématique et décrivit des espèces nouvelles. Patouillard, qui rapporta des spécimens intéressants d'Afrique du Nord, était un bon connaisseur des espèces tropicales. Il réalisa quelques études phytopathologiques, notamment sur le cacaoyer, et organisa avec Mangin le « Salon du champignon » à partir de 1904. Patouillard peignit à l'aquarelle près de quatre mille planches, annotées de sa main.

De son côté, Adolphe Chatin s'intéressa aux Tubéracées, décrivant plusieurs espèces nouvelles et publiant un ouvrage de synthèse sur *La Truffe* (1892). Maxime Radais (1861-1959) fut un autre pharmacien cryptogamiste de l'École de Pharmacie. Agrégé de sciences naturelles en 1894, il prit la succession de Beauregard en 1900. Radais devait diriger l'École de Pharmacie entre 1922 et 1931. Son œuvre cryptogamique concerna l'algologie et la mycologie. Le pharmacien réussit à isoler en culture pure une Algue du groupe des Chlorophycées, *Chlorella vulgaris*, dont il montra la possibilité du développement dans un milieu destiné aux bactéries. Par ailleurs, il s'intéressa à des champignons toxiques ou parasites de la vigne <sup>29</sup>.

Pour en terminer avec la cryptogamie, il faut signaler la contribution de Léon Guignard (1852-1928). Ce très grand botaniste fit ses études à la fois à la Sorbonne et à l'École de Pharmacie, si bien qu'il obtint en 1882 à la fois son diplôme supérieur de pharmacien et son doctorat ès sciences. Entré au Muséum en 1881 comme préparateur chez Van Tieghem, il devint deux ans plus tard chargé de cours à la faculté des sciences de Lyon, où il accéda au professorat en 1885. Guignard fut alors le responsable des collections végétales vivantes du Parc de la Tête d'Or. Il revint en 1887 dans la capitale, pour prendre la succession de Chatin à l'École de Pharmacie, qu'il dirigea de 1900 à 1910. En cryptogamie, Guignard étudia la formation des anthérozoïdes des Hépatiques, des Mousses et des Fougères. Mais, il s'illustra surtout dans le domaine de la phanérogamie, qui va maintenant être envisagé.

#### *La phanérogamie*

Concernant les plantes à fleurs, pour des raisons de clarté, la cytologie, l'anatomie (incluant la morphologie et l'histologie), la physiologie et la phytochimie seront traitées séparément. Jusqu'en 1850, les investigations conduites par les pharmaciens furent « des travaux de morphologie pure et d'histologie ». Et, comme prolongement direct de la botanique « la matière médicale ou histoire naturelle des médicaments d'origine végétale limitait ses

---

<sup>29</sup> Par ailleurs, il créa à l'École de Pharmacie l'enseignement de microbiologie, dont son successeur Louis-Charles Lutz poursuivit le développement.

recherches à des considérations purement descriptives et taxonomiques »<sup>30</sup>. Cette situation évolua durant la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle.

En *cytologie végétale*, Guignard précisa le comportement durant la mitose des chromosomes, montrant que ceux-ci sont clivés dans leur longueur en deux parties strictement identiques. Cette observation, qui établissait l'analogie avec le phénomène observé dans le règne animal, fournit aux généticiens des données importantes. Guignard montra aussi l'existence, chez les plantes, d'un « centre directeur » – le centrosome – et de la méiose ou mitose réductionnelle, lesquels avaient été découverts chez l'*Ascaris* par Edouard van Beneden.

Le chapitre de *l'anatomie végétale* s'ouvrira avec un pharmacien qui fut aussi un grand naturaliste voyageur : Charles Gaudichaud-Beaupré (1789-1854). Celui-ci fréquenta durant ses années de formation non seulement l'École de Pharmacie, mais aussi le Collège de France, de même que le Muséum où il fut l'élève d'Antoine-Laurent de Jussieu et de René-Louiche Desfontaines. Resté plusieurs années pharmacien auxiliaire de la marine, Gaudichaud fut nommé professeur à Toulon en 1833, puis finalement garde des galeries de botanique au Muséum en 1838. Il effectua deux fois le tour du monde et séjourna longtemps en Amérique du Sud. Victime en 1820 du naufrage de l'*Uranie* sur les îles Malouines, Gaudichaud parvint à sauver un tiers des échantillons de plantes qu'il avait collectés. Dans ses travaux d'anatomie et d'organographie végétales, il défendit vigoureusement la théorie élaborée à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle par Aubert Dupetit-Thouars, selon laquelle la tige feuillée d'une plante est une « société » d'unités élémentaires appelées « phytons »<sup>31</sup>. Ceci l'opposa à Charles Brisseau de Mirbel, dont les conceptions étaient différentes. Gaudichaud publia notamment des *Recherches générales sur l'organographie, la physiologie et l'organogénie des végétaux* (1841).

Les recherches les plus importantes de Chatin concernèrent l'anatomie comparée des végétaux supérieurs. Pour cela, le pharmacien s'appuya sur l'hypothèse selon laquelle les caractères morphologiques visibles reflétaient les structures anatomiques internes ou cachées. De plus, il pensait qu'un jour ces mêmes structures constitueraient des critères systématiques discriminants.

---

<sup>30</sup> Cf. Valette G. , *op. cit.* p. 46.

<sup>31</sup> Un phyton « comporte une base, soudée aux bases des phytons contigus et une partie libre, qui représente une feuille avec son limbe et son pétiole. Une plante feuillée est une somme de phytons ». Cf. Moreau F. (1960) *Botanique - Encyclopédie de la Pléiade*, Paris, Gallimard, pp. 515-516. On ne peut s'empêcher de rapprocher la théorie des « phytons » de celle des « colonies animales », émise plus tard par Edmond Perrier en zoologie.

Chatin publia dans cet esprit une *Anatomie comparée des végétaux* (1856), accompagnée d'une centaine de planches gravées, où « il chercha à regrouper les plantes suivant leur habitat et leur mode de vie, reconnaissant ainsi en parfait lamarckien l'influence des conditions extérieures sur les structures anatomiques »<sup>32</sup>. Chatin s'attacha particulièrement à l'étude des anthères, dont il décrivit la structure dans plus de cent familles de plantes. Empruntant par ailleurs la voie ouverte par Étienne Geoffroy Saint-Hilaire en anatomie animale il s'attacha, dans des publications à résonance philosophique, aux lois de symétrie et de balancement des organes, ainsi qu'aux rapports entre le nombre et la symétrie de l'axe et des faisceaux libéro-ligneux d'une part, et la « gradation » ou le « perfectionnement » des espèces végétales d'autre part. Chatin étudia aussi la structure de diverses plantes aquatiques, comme la Vallisnérie.

Toujours dans le domaine de l'anatomie des végétaux supérieurs, il est nécessaire d'évoquer l'œuvre de Gustave Planchon (1833-1900). Celui-ci, agrégé de médecine, puis de pharmacie à Montpellier, occupa finalement en 1872 la chaire d'« Histoire naturelle des médicaments » (ou « Matière médicale ») de l'École de Pharmacie de Paris. Planchon dirigea l'établissement à partir de 1886 jusqu'à son décès. Dans le but de permettre l'identification précise des drogues simples, jusque-là limitée à « des considérations purement descriptives et taxinomiques »<sup>33</sup>, il s'attacha à la description des caractères non seulement morphologiques, mais aussi et surtout histologiques, de diverses plantes : les Quinquinas<sup>34</sup>, les Cannelles, les Ipécas, les Rhubarbes, la Belladone, les Jaborandis, les *Strychnos* etc. « En effet, si les caractères extérieurs sont les plus apparents, les plus faciles à vérifier, ils sont souvent insuffisants. Planchon introduisit l'essai microscopique qui devait se révéler si utile en matière médicale »<sup>35</sup>. Il publia en 1875 un *Traité pratique de détermination des drogues simples* basé sur des caractères structuraux puis, dix ans plus tard, son *magnum opus* intitulé *Les drogues simples d'origine végétale* (1875-1876). Planchon rédigea ce dernier ouvrage, encore d'actualité aujourd'hui, en collaboration avec son assistant Eugène Collin. De son côté, Maxime Radais étudia l'anatomie de la

<sup>32</sup> Cf. Valette G., *op. cit.* p. 46-47.

<sup>33</sup> Cf. Valette G., *op. cit.* p. 48.

<sup>34</sup> Un autre pharmacien, également médecin et professeur d'hygiène à la faculté de médecine de Paris, s'était intéressé aux Quinquinas. Il s'agissait d'Apollinaire Bouchardat (1806-1886), co-auteur avec Auguste Delondre d'un ouvrage intitulé : *Quinologie. Des quinquinas et des questions qui, dans l'état présent de la science et du commerce, s'y rattachent avec le plus d'actualité* (1854).

<sup>35</sup> Paris R. (1954) « Botanique médicale », in : Davy de Virville A., *Histoire de la botanique en France*, Paris, Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, pp. 303-304.

fleur et du fruit des Conifères, s'appuyant sur des caractères histologiques pour établir des relations avec les formes fossiles. Ces travaux fournirent la matière à un important mémoire, publié en 1894.

Guignard s'intéressa à l'appareil sécréteur des Laminaires et des Copaiers. Il travailla aussi sur les pollens et la genèse des téguments de la graine à partir des structures présentes dans l'ovule. Cette direction de recherche le conduisit, à la fin de sa vie, à publier d'importantes observations sur le développement et la structure de l'ovule des Apocynacées et des Asclépiadacées. Se démarquant de la méthode d'investigation « statique » de son maître Van Tieghem, Guignard adopta une approche « cinématique ». Il « transforma ainsi la morphologie, inaugura la vraie science du développement, c'est-à-dire l'étude des processus successifs conduisant, à partir des stades les plus simples, aux structures compliquées définies par la morphologie statique »<sup>36</sup>. Plusieurs de ses élèves, Paul Guérin (1868-1947), qui dirigea après lui la chaire de « Botanique », Radais et son successeur Louis-Charles Lutz (1871-1952) dans la chaire de « Cryptogamie », ainsi qu'Émile Perrot (1867-1951), qui prit la suite de Planchon dans la chaire d'« Histoire naturelle des médicaments », devaient se distinguer dans le domaine de l'histologie végétale<sup>37</sup>. Citons enfin les travaux organographiques de Marchand, relatifs au *Croton tiglium*, au *Coffea arabica*, aux Burséracées, aux Anacardiées et aux Térébinthacées.

En *physiologie* végétale, Gaudichaud effectua quelques recherches sur des sujets variés, comme les mouvements de la sève, la chute des feuilles, la multiplication des plantes à bulbes. Chatin étudia pour sa part la « respiration » des fruits, ainsi que l'action sur la végétation des acides, des bases et des sels. Quant à Planchon, l'un de ses premiers travaux s'intitulait « Sur quelques faits du sommeil des plantes et sur les mouvement des folioles de la plupart des Légumineuses » (1858)<sup>38</sup>.

Appliquant sa méthode « cinématique », Guignard observa avec minutie les diverses phases du cycle de reproduction des Angiospermes. Ceci le conduisit en 1899 à faire – simultanément avec le savant russe Sergueï Navachine – une découverte majeure : celle du phénomène de double fécondation. En effet, travaillant sur le Lis et la Fritillaire, le pharmacien éclaircit le devenir du second des deux anthérozoïdes du tube pollinique. On

<sup>36</sup> Souèges R. (1955) « Léon Guignard (13 avril 1852-7 mars 1928) », *Comptes Rendus des Séances Publiques de l'Académie de Pharmacie*, séance du 5 janvier 1955, p. 39.

<sup>37</sup> Paul Guérin et Louis-Charles Lutz sont ici seulement mentionnés, car le développement de leur carrière académique atteignit son apogée après 1914.

<sup>38</sup> Perrot E. (1900) *op. cit.*, p.132.

savait déjà que le premier se conjugait avec l'oosphère. Comme le montra Guignard, « le second anthérozoïde se fusionnait avec le noyau secondaire du sac embryonnaire pour donner l'œuf accessoire, origine des noyaux de l'albumen »<sup>39</sup>. Il publia en 1900 « L'appareil sexuel et la double fécondation chez les Tulipes ». De plus, le pharmacien conduisit des études portant sur le développement de la graine, le mécanisme de la chute des feuilles - avec Van Tieghem - et la stérilité des hybrides.

La connaissance de la physiologie végétale génère des applications agronomiques, qui éveillèrent l'intérêt de plusieurs des pharmaciens « institutionnels ». Par exemple, dans sa propriété des Essarts-le-Roi, Chatin conduisit des expériences sur le reboisement, la taille de diverses essences forestières et s'intéressa au pommier à cidre ainsi qu'au châtaigner. Ces travaux donnèrent lieu à de nombreuses communications à la Société d'agriculture de France<sup>40</sup>. Mais, un sujet d'une importance bien plus considérable doit être mentionné ici : il s'agit de la question de l'assimilation de l'azote atmosphérique par les plantes, laquelle suscita plusieurs longues controverses au cours de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle.

Parmi les protagonistes, nous trouvons Georges Ville (1824-1897). Cet élève de Regnault et de Boussingault, nommé en 1851 professeur à l'Institut agronomique de Versailles, devint en 1857 le premier titulaire de la chaire de « Physique végétale » spécialement créée pour lui au Muséum<sup>41</sup>. Il mit en évidence la fixation de l'azote atmosphérique par les Légumineuses, un phénomène dont son maître Boussingault nia longtemps l'existence. Finalement, divers auteurs, comme Schloesing confirmèrent les conceptions de Ville, prouvant que les plantes pouvaient assimiler l'azote non seulement sous forme nitrique, mais aussi ammoniacale. Berthelot apporta une contribution de taille à la question : dans le cadre de travaux réalisés à la station de Meudon, qui occupèrent les vingt-cinq dernières années de sa vie, il démontra que les plantes s'enrichissaient en azote grâce à des microorganismes présents dans le sol. Ces conclusions furent complétées ultérieurement par plusieurs auteurs, qui rapportèrent l'action fixatrice d'azote des Légumineuses aux bactéries présentes dans leurs nodosités

---

<sup>39</sup> Hocquette M., *op. cit.*, pp. 148-149.

<sup>40</sup> Guignard L. (1904) *op. cit.*, p. 212.

<sup>41</sup> À une exception près (celle de Léon Maquenne), tous les titulaires de cette chaire furent des pharmaciens. Cf. Plouvier V. (1981) « Historique des chaires de Chimie, de Physique végétale et de Physiologie végétale du Muséum », *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, Miscellanea*, 4<sup>ème</sup> série, vol. 3, pp. 93-155.

radiculaires<sup>42</sup>.

À Meudon, Berthelot étudia avec son collaborateur Gustave André, entre 1883 et 1896, la « marche générale de la végétation », considérée pour la première fois dans son ensemble. Les deux chercheurs travaillèrent sur une dizaine de genres de plantes annuelles, ainsi que sur le *Robinia pseudo-acacia*. Ils déterminèrent, au cours des différentes phases de l'évolution d'un végétal, les poids relatifs et la répartition de ses principaux constituants organiques ou minéraux.

La dernière expérience citée conduit à évoquer quelques travaux intéressants relevant de la *phytochimie*. Chatin étudia la composition de la sève, détermina la proportion de sucre présent dans les sécrétions végétales et découvrit la présence d'iode dans les plantes terrestres et d'eau douce - alors que l'on croyait cet halogène présent uniquement chez les végétaux marins. Ultérieurement, Guignard effectua des recherches phytochimiques d'importance majeure pour les toxicologues. Il étudia la localisation, au sein des tissus végétaux, des hétérosides cyanogénétiques et soufrés, ainsi que de leurs enzymes d'hydrolyse - comme l'émulsine. De telles investigations conduisirent le pharmacien à mettre au point « Un nouveau procédé pour déceler l'acide cyanhydrique » (1906). Il s'agit de la célèbre réaction picrosodée<sup>43</sup> de Guignard, laquelle permet de signaler la présence d'acide cyanhydrique - sous forme d'hétérosides - dans certaines plantes, comme le Sorgho, le Laurier cerise, le Haricot de Java, l'Amandier amer ou le Lin. Toujours dans le domaine de la phytochimie, Guignard effectua des recherches d'importance majeure et riches de nombreuses applications. Il étudia la localisation, au sein des tissus végétaux, des hétérosides cyanogénétiques et soufrés, ainsi que de leurs enzymes d'hydrolyse - comme l'émulsine. Les travaux phytochimiques de Guignard devaient se trouver prolongés par ses deux élèves précédemment mentionnés : Guérin étudia, pour sa thèse de pharmacien de première classe, la localisation des alcaloïdes dans les organes et tissus des plantes<sup>44</sup>. Mais surtout, Perrot eut le mérite d'élargir la conception trop strictement anatomique de la matière médicale héritée de Planchon, en développant l'étude de la constitution chimique des

---

<sup>42</sup> Cf. : Jungfleisch E. (1913) *op. cit.* pp. CIX-CXIV ; Taton R (1961) *Histoire des sciences*. T. III - *La science contemporaine* - vol. 1 - *Le XIX<sup>e</sup> siècle*, Paris, Presses Universitaires de France, pp. 464-466 ; J. Carles (1954) « Physiologie végétale », in : Davy de Virville A., *Histoire de la botanique en France*, Paris, Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, pp. 158-160.

<sup>43</sup> Cette expérience très simple utilise des languettes de papier imprégnées d'acide picrique, puis de carbonate de sodium. En présence des vapeurs de cyanures, la couleur du papier «picro-sodé» vire du jaune au rouge.

<sup>44</sup> Mascré M (1947) *op. cit.*, pp. 211-212.

drogues végétales, ainsi que de leur phytogéographie et de leurs conditions de récolte.

#### CONCLUSION

Durant la période envisagée, les pharmaciens de plusieurs grands établissements d'enseignement supérieur s'impliquèrent de façon exemplaire dans l'évolution de l'histoire naturelle. Leur formation et leurs activités à visée professionnelle ne les écartèrent pas des questions relevant de la science pure<sup>45</sup> : ils surent se préoccuper « de problèmes touchant à la biologie générale et totalement dégagés de considérations utilitaires »<sup>46</sup>. Par ailleurs, leurs tâches d'enseignement ne firent pas obstacle à leur carrière de chercheurs, car ils trouvèrent souvent de fidèles collaborateurs, voire des successeurs, parmi les jeunes élèves assistant à leurs cours : l'amphithéâtre constituait l'antichambre du laboratoire, une fenêtre ouverte sur la recherche<sup>47</sup>.

Les travaux des pharmaciens « institutionnels » ont été présentés dans cette étude à la fois de manière essentiellement descriptive et en fragmentant les œuvres selon des critères disciplinaires ou taxinomiques. Il paraît donc utile, en conclusion, de tenter de dégager quelques caractéristiques globales ou lignes directrices.

D'abord, il est frappant de constater que, si la spécialisation existe, permettant de distinguer des biochimistes, des zoologistes et des botanistes, la pluridisciplinarité de l'enseignement pharmaceutique – soulignée en introduction – laisse souvent sa trace dans l'œuvre accomplie. Ainsi, Milne-Edwards, dont l'autorité incontestée repose sur ses travaux zoologiques, réalisa quelques études botaniques : il s'intéressa aux arbres à gutta-percha de la Grande Comore et sa thèse d'agrégation porta sur la famille des Solanacées. De la même façon, son élève Bouvier, spécialiste des Invertébrés, consacra sa thèse d'agrégation aux Cétacés souffleurs. Si l'on restreint l'analyse à un seul « règne », il apparaît que Chatin, par exemple, fut à la fois phanérogamiste et mycologue et que Bouvier s'illustra non seulement comme carcinologue, mais aussi comme malacologiste et comme entomologiste. À une échelle encore plus fine, le cyptogamiste Hariot fut à la fois algologue et mycologue. La spécialisation est donc le plus souvent relative, en tout cas sans commune mesure avec celle observée dans le monde scientifique de la fin du XX<sup>e</sup> siècle.

---

<sup>45</sup> La même remarque pourrait s'appliquer aux travaux réalisés dans le domaine des sciences physiques et de la Terre.

<sup>46</sup> Valette G. (1956) *op. cit.*, p. 46.

<sup>47</sup> Nous avons signalé le cas de Guérin et Perrot, tous deux disciples de Guignard.

Ensuite, l'approche analytique des travaux laisse insuffisamment apparaître leur logique et les principes – voire les partis pris – méthodologiques – gouvernant leur construction. La morphologie « cinématique » de Guignard, que nous avons simplement mentionnée au passage, représente ainsi le fil conducteur de « toute une série de publications relatives à la morphogenèse, au développement de l'embryon et de l'albumen, à la polyembryonie, au développement et à la structure du tégument des graines, à l'origine et à la formation des organes reproducteurs, du sac embryonnaire, du pollen, des gamètes mâles et femelles, à la fécondation, au noyau, aux différents modes de division cellulaire, au comportement des chromosomes, à la réduction chromatique, au fuseau mitotique et aux centres cinétiques, etc . »<sup>48</sup>. L'attachement inconditionnel de Gaudichaud à la théorie des « phytons » imprègne ses travaux botaniques. Quant à la prééminence accordée par Planchon aux aspects histologiques pour caractériser les organes végétaux, elle traduit peut-être en partie la volonté du pharmacien de se démarquer de certains de ses illustres prédécesseurs dans la chaire d'« Histoire naturelle des médicaments »<sup>49</sup>.

Dans le même ordre d'idées, on note un recours fréquent à la paléontologie, qui permet aux pharmaciens naturalistes d'établir des relations entre les flores et les faunes disparues d'une part, et les organismes actuels d'autre part<sup>50</sup>. Les travaux botaniques de Radais, tout comme les investigations zoologiques de Valenciennes et de Milne-Edwards, constituent des exemples caractéristiques d'une telle approche. Traversant les ères géologiques, les « séries » d'organismes établissent une continuité digne d'intérêt entre le présent et le passé. À ce propos, il n'est pas inutile de signaler que Planchon débuta sa carrière avec des travaux de paléobotanique pure.

Sur le chapitre de la muséographie, les pharmaciens « institutionnels » poursuivirent la tradition évoquée en introduction. Ainsi, Alphonse Milne-Edwards accrut-il les collections zoologiques de l'École de pharmacie,

<sup>48</sup> Souèges R. (1955) « Léon Guignard (13 avril 1852-7 mars 1928) », *Comptes Rendus des Séances Publiques de l'Académie de Pharmacie*, séance du 5 janvier 1955, p. 39.

<sup>49</sup> Cette interprétation est proposée par Georges Dillemann dans la biographie de Planchon qu'il rédigea pour son étude des chaires de la faculté de pharmacie de Paris. Laugier, Robiquet et Pelletier, en particulier, furent surtout des chimistes. Cf. Dillemann G. (1971) « Historique des facultés de pharmacie et de leurs chaires magistrales - La chaire d'histoire naturelle des médicaments », *Produits et Problèmes Pharmaceutiques*, vol. 26, n°9, pp. 646-647.

<sup>50</sup> L'attitude des pharmaciens « institutionnels » face aux théories de l'Évolution ne sera pas évoquée ici.



jusqu'à leur faire occuper plus de cent mètres de vitrines et les professeurs de matière médicale transformèrent progressivement le fonds botanique hérité du Cabinet du Jardin des Apothicaires en un splendide musée<sup>51</sup>. Ce patrimoine, soigneusement ordonné et mis à la disposition de tous, constitue pour nous-mêmes comme pour les générations futures un témoin tangible de l'exploration du vivant par les pharmaciens « institutionnels ».

D'autres remarques de portée générale pourraient certainement être formulées. Quoi qu'il en soit, les succès que remportèrent les savants issus du moule pharmaceutique leur valurent considération et reconnaissance de la part de la communauté scientifique. Les nombreux prix remportés et tous les sièges occupés dans les sociétés savantes – en particulier à l'Académie des sciences – en témoignent. D'où les paroles enthousiastes de Marc Bridel, prononçant en 1927 sa leçon inaugurale au Muséum : « La Pharmacie est une grande école d'où sont sortis beaucoup de ceux qui ont honoré ou qui honorent encore le plus la science française »<sup>52</sup>.

---

<sup>51</sup> Cf. à ce sujet : Moysé H., Paris, M-L. & Paris R. (1975) « Le Musée de matière médicale de la Faculté de Pharmacie de Paris », *Revue d'Histoire de la Pharmacie*, vol. 13, n° 224, pp. 299-306 et : Delaveau P., Paris R. & Clair G. (1986) « The Museum of materia medica of Paris », *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 17, pp. 201-203.

<sup>52</sup> Bridel M. (1927) « Leçon inaugurale du cours de physique végétale du Muséum national d'Histoire naturelle, faite le 11 mars 1927 », *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 8<sup>ème</sup> série, vol. 5, p. 399.

## RÉFÉRENCES

- Anonyme (1877) « Prix Delalande-Guéry », *Comptes-Rendus Hebdomadaires de l'Académie des Sciences*, pp. 860-862
- Anonyme (1879) « Sur un Isopode gigantesque des grands fonds de la mer », *La Nature*, n°295, 25 janvier 1879, p. 113.
- Bauchot, Marie-Louise, Daget, Jacques & Bauchot, Roland (1990) « L'ichtyologie en France au début du XIX<sup>ème</sup> siècle : l'Histoire naturelle des Poissons de Cuvier et Valenciennes », *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, vol. XII (suppl.), 142 p.
- Bridel, Marc (1927) « Leçon inaugurale du cours de physique végétale du Muséum national d'Histoire naturelle, faite le 11 mars 1927 », *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 8<sup>ème</sup> série, vol. 5, pp. 398-424.
- Carles, Jules (1954) « Physiologie végétale », in : A. Davy de Virville, *Histoire de la botanique en France*, Paris, Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, pp. 156-174.
- Charle, Christophe & Telkes, Eva (1989) « Vélain (Charles) », in : *Les professeurs de la faculté des sciences de Paris - Dictionnaire biographique 1901-1939*, Paris, INRP-CNRS, pp. 258-259.
- Contant, Jean-Pierre (1952). *Contribution à l'histoire de l'enseignement de la pharmacie : l'enseignement de la chimie au Jardin royal des plantes de Paris*, Thèse de Doctorat en Pharmacie de l'université de Strasbourg, Cahors, Coueslant, 129 p.
- Courcou, Guy (1999) « Charles Gaudichaud, pharmacien de la marine au temps des voyages de circumnavigation 1789-1854 », *Revue d'Histoire de la Pharmacie*, vol. 47, n° 321, pp. 37-48
- Coutière, Henri (1904) « A. Milne-Edwards », in : Guignard, Léon (éd.), *Centenaire de l'École Supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris, 1803-1903 ; volume commémoratif*, Paris, Joannin et Cie, pp. 339-343.
- Coutière, Henri (1899-1900) « M. le Docteur Beauregard, professeur à l'École supérieure de Pharmacie de Paris », *Bulletin des Sciences Pharmacologiques*, vol. 2, pp. 138-146.
- Delaveau, Pierre, Paris René & Clair, Georges (1986) « The Museum of materia medica of Paris », *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 17, pp. 201-203.
- Delépine, Gracie (1995) *Les îles australes françaises*, Rennes, Ouest-France, pp. 102-103.
- Dillemann Georges (1971) « Historique des facultés de pharmacie et de leurs chaires magistrales - La chaire d'histoire naturelle des médicaments », *Produits et Problèmes Pharmaceutiques*, vol. 26, n°9, pp. 646-647.
- Dillemann, Georges (1987) « Professeurs et agrégés de l'École supérieure de Pharmacie de Paris », *Revue d'Histoire de la Pharmacie*, vol. 34, n°274, pp. 201-211.
- Fontaine, Maurice (1956) *Notice sur les travaux scientifiques*, Abbeville, Paillard, 105 p.
- Goris, Albert (1926) « Leçon inaugurale du cours de pharmacie galénique », *Bulletin des Sciences Pharmacologiques*, vol. 33, pp. 37-53

- Guérin, Paul (1928) « Léon Guignard, 1852-1928 », *Bulletin des Sciences Pharmacologiques*, vol. 35, pp. 354-380.
- Guignard, Léon (1904) *Centenaire de l'École Supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris, 1803-1903 ; volume commémoratif*, Paris, Joannin et Cie, 403 p.
- Hocquette, Maurice (1954) « Morphologie, anatomie, cytologie », in : Davy de Vireville, Adrien, *Histoire de la botanique en France*, Paris, Société d'édition d'enseignement supérieur, pp. 121-152.
- Jacques Jean (1987) *Berthelot - Autopsie d'un mythe*, Paris, Belin, 287 p.
- Jaussaud, Philippe (1998) *Pharmaciens au Muséum. De la chimie à l'histoire naturelle*, Paris, Publications scientifiques du Muséum, 259 p.
- Jaussaud, Philippe & Brygoo, Édouard-Raoul (2004). *Du Jardin au Muséum en 516 biographies*, Paris, Publications scientifiques du Muséum, 632 p.
- Jaussaud, Philippe & Lamy, Denis (2001) « Deux pharmaciens cryptogamistes au Muséum », *Actualités Pharmaceutiques*, n°402, pp. 20-22.
- Jovet-Ast, Suzanne (1979) « Histoire de la chaire de Cryptogamie », *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 4<sup>ème</sup> série, n°1, *Miscellanea*, pp. 105-116.
- Jovet-Ast, Suzanne (1984) « La mycologie au Jardin du Roy et au Muséum national d'Histoire naturelle », *Bulletin de la Société Mycologique de France*, vol. 100, fasc. 3, pp. CLXII-CCVI.
- Jungfleisch, Émile (1913) « Notice sur la vie et les travaux de Marcelin Berthelot », *Bulletin de la Société Chimique de France*, 4e série, vol. 13, pp. I-CLVI.
- Lacroix, Alfred (1924) *Notice historique sur Alphonse Milne-Edwards : lecture faite dans la séance publique annuelle du 22 décembre 1924*, Institut de France, Paris, Gauthier-Villars, 74 p.
- Lambin, Suzanne (1954) « Le Professeur Louis-Charles Lutz (1871-1952) », *Annales Pharmaceutiques Françaises*, vol. 12, pp. 227-231.
- Launoy, Léon (1953) « Le Professeur Henri Coutière (1869-1952) », *Annales Pharmaceutiques françaises*, vol. 11, n° 2, pp. 155-160.
- Maquenne, Léon (1897) « Georges Ville. Notice nécrologique », *Nouvelles Archives du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 2<sup>ème</sup> série, vol. 29, pp. 1-12.
- Mauriès, Patrick (2002). *Cabinets de curiosités*, Gallimard, Paris, 2002, 259 p.
- Masgré, Marcel (1947) « Le Doyen Paul Guérin (1868-1947) », *Annales Pharmaceutiques Françaises*, vol. 5, n° 6, pp. 374-379.
- Moreau, Fernand (1960) *Botanique - Encyclopédie de la Pléiade*, Paris, Gallimard, 1538 p.
- Mayer, André (1957) « Notice sur la vie et l'œuvre de Richard Fosse (1870-1949) », *Notices et Discours 1949-1956, Académie des Sciences*, vol. 3, pp. 165-184.
- Milne-Edwards, Alphonse (1867-1871) *Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France*, Paris, Masson, 2 vol., 479 p + 96 p. de planches.
- Milne-Edwards, Alphonse (1867) « Éloge de M. Valenciennes », *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 4<sup>ème</sup> série, vol. 5, pp. 5-17.
- Moyses, Hélène, Paris, Marie-Louise & Paris, René (1975) « Le Musée de matière médicale de la Faculté de Pharmacie de Paris », *Revue d'Histoire de la Pharmacie*, vol. 13, n° 224, pp. 299-306.

- Paris, René (1952) « Le professeur Émile Perrot (1867-1951) », *Annales Pharmaceutiques Françaises*, vol. 10, n° 11-12, pp. 711-727.
- Paris, René (1954) « Botanique médicale », in : Davy de Virville, Adrien, *Histoire de la botanique en France*, Paris, Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, pp. 301-306.
- Perrot, Émile (1899-1900) « M. le Docteur Gustave Planchon, directeur de l'École supérieure de pharmacie de Paris », *Bulletin des Sciences Pharmacologiques*, vol. 2, pp. 130-138.
- Plouvier, Victor (1981) « Historique des chaires de Chimie, de Physique végétale et de Physiologie végétale du Muséum », *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Miscellanea, 4<sup>ème</sup> série, vol. 3, pp. 93-155.
- Schnitter, Claude (1995) « Le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris ; un terrain d'affrontement entre naturalistes et expérimentalistes ? », *Bulletin d'Histoire et d'Épistémologie des Sciences de la Vie*, vol. 2, pp. 41-49.
- Souèges, René (1955) « Léon Guignard (13 avril 1852 -7 mars 1928) », *Comptes Rendus des Séances Publiques de l'Académie de Pharmacie*, séance du 5 janvier 1955, pp. 36-46.
- Taton, René (1961) *Histoire des sciences*. T. III - *La science contemporaine* - vol. 1 - *Le XIX<sup>ème</sup> siècle*, Paris, Presses Universitaires de France, pp. 464-466.
- Valette, Guillaume (1956) « Activités des facultés de pharmacie dans le domaine de la recherche biologique », *Revue de l'Enseignement Supérieur*, n° 1, pp. 45-51.
- Valette, Guillaume (1960) « Maxime Radais (1861-1959) », *Bulletin de l'Académie de médecine*, n° 5-6, pp. 113-116.

Emile Bourquelot et les débuts mycologiques  
de la chimiotaxonomie végétale

Bruno Jupile\*

RESUME - À la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, Emile Bourquelot, professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris, mène une vaste campagne d'étude de la composition glucidique des Champignons. Si ses recherches l'amènent à participer à l'écllosion de la biochimie en France, elles lui donnent également l'occasion d'incursions régulières dans le domaine de la physiologie et de la taxonomie végétale. L'étude des enzymes occupe une part croissante de son attention et les implications systématiques de ses résultats constituent progressivement un corpus important bien que non unifié. Ses successeurs développeront de nouvelles approches de plus en plus précises tout au long de la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle. Cette lente maturation permettra aux héritiers de cette école de jouer un rôle important dans l'émergence de la chimiotaxonomie après-guerre.

MOTS-CLES : Chimiotaxonomie, Pharmaciens, Emile Bourquelot, Mycologie

\*\*\*

ABSTRACT - In the late nineteenth century, Emile Bourquelot, professor at the Ecole supérieure de Pharmacie de Paris, has campaigned extensively to study the carbohydrate composition of fungi. If his researches lead him to participate in the emergence of biochemistry in France, they also give the opportunity for regular incursions into the domain of physiology and plant taxonomy. The study of enzymes will take up an increasing attention at the expense of botany and the systematic implications of its results will gradually form a substantial body though not unified. His successors will develop new approaches more and more precise throughout the first half of the twentieth century. This slow maturation will enable the heirs of this scientific school to play an important part in the emergence of the postwar chimiotaxonomy.

KEYWORDS : Chimiotaxonomy, Pharmacists, Emile Bourquelot, Mycology

\*\*\*

---

\* Université de Lyon, Lyon, F-69003, France ; Université Lyon 1, EA 4148 LEPS, bâtiment La Pagode, 38 Bd Niels Bohr, Domaine scientifique de La Doua, Villeurbanne, F-69622, France.

L'idée de distinction entre grands groupes taxonomiques ou entre espèces selon des critères chimiques apparaît au XVIII<sup>ème</sup> siècle, mais les premières tentatives dans ce sens se heurtent à la trop grande simplicité des théories proposées et à l'insuffisance des techniques expérimentales. Les scientifiques susceptibles d'apporter leur contribution dans ce domaine sont peu nombreux. Ils doivent en effet posséder à la fois des connaissances poussées en systématique et physiologie végétale et des compétences développées en chimie organique puis biochimie. En France, ces conditions vont se trouver réunies dans le milieu des chercheurs en pharmacie parisiens de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, mais elles ne seront pas suffisantes pour faire émerger la chimiotaxonomie en tant que discipline à part entière. Plusieurs décennies de travaux seront nécessaires avant que ne se précisent les contours de cette nouvelle science.

#### UN CONTEXTE HISTORIQUE FAVORABLE

Plusieurs circonstances réunies à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle vont permettre à de jeunes pharmaciens parisiens d'ouvrir une nouvelle voie dans l'étude du vivant et de sa classification. Trois facteurs semblent pouvoir expliquer plus particulièrement ces développements.

- L'analyse chimique, qui ne permettait guère plus que d'estimer la proportion des principaux éléments (carbone, hydrogène, oxygène, azote) dans les organismes au début du XIX<sup>ème</sup> siècle, est progressivement enrichie par l'utilisation de méthodes expérimentales plus douces, qui rendent possible une connaissance fine de la matière vivante, au niveau des « principes immédiats ». Ainsi, dès les années 1820, Michel Eugène Chevreul ébauche une structure des graisses animales, constituées de glycérol et d'acide gras. Au milieu du siècle, Marcelin Berthelot précise ces connaissances grâce à sa maîtrise des synthèses organiques et démontre, dans un autre domaine, la nature polyalcoolique des sucres, aboutissant ainsi à la proposition d'une classification de ces matières. La cristallographie et la polarimétrie s'imposent progressivement dans les laboratoires en tant que technique d'analyse incontournable. En cette fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, la classification des composés organiques est donc parvenue à un état avancé malgré la pénétration difficile des théories atomistes dans le milieu scientifique parisien. Elle franchit un seuil de connaissances permettant aux chercheurs de disposer d'une large palette de substances, d'imaginer des associations et de bâtir des hypothèses causales.

- Les débats autour des théories évolutionnistes attirent nombre de jeunes chercheurs naturalistes pendant la deuxième moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle. La botanique systématique semble avoir déjà connu son heure de gloire et cherche un second souffle. Ses spécialistes n'ont cessé de proposer de

nouvelles méthodes, comme le classement d'après les diagrammes floraux et de volumineuses flores mondiales, œuvres d'écoles anglo-saxonnes et allemandes pour l'essentiel. Il devient cependant nécessaire d'ouvrir de nouvelles perspectives et les taxonomistes, français entre autres, vont tenter une nouvelle approche alliant chimie et systématique.

- Dès la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, plusieurs théories successives tentent de fonder la distinction entre règnes végétal et animal sur des bases chimiques... sans succès<sup>1</sup> : une première hypothèse supposant une présence d'azote spécifiquement animale est écartée alors que s'accumulent les résultats expérimentaux démontrant la large distribution de cet élément chez les végétaux. En France, Chevreul reste très prudent à ce sujet, considérant qu'« en général la masse des principes immédiats azotés est proportionnellement plus forte dans les animaux que dans les plantes ; mais cette distinction n'est point assez tranchée pour servir de caractère »<sup>2</sup>. Les théories sur la présence exclusive d'amidon, de cellulose, de chlorophylle... chez les végétaux ou de graisses chez les animaux se succèdent, sans plus de réussite. Dans les années 1840, Dumas et Boussingault défendent une nouvelle approche à travers la théorie dualiste, avant de renoncer à classer les êtres vivants selon des bilans métaboliques statiques, trop globaux. Claude Bernard met un terme aux discussions et réfute définitivement cette thèse dualiste dans un ouvrage publié en 1878<sup>3</sup>. Il assimile le glycogène à un « amidon animal »<sup>4</sup>, considérant parfaitement parallèles les deux processus de synthèse. De plus, il confirme la similarité de la diastase du foie avec la diastase végétale découverte dès 1833 par Payen et Persoz<sup>5</sup>. Quant à la présence de chlorophylle chez les végétaux, il considère que si ce critère peut bien être utilisé dans un but classificatoire, il ne recouvre pas exactement la limite des règnes, les Champignons n'en contenant pas.

Alors qu'Emile Bourquelot mène ses premiers travaux scientifiques, quelques grands principes concernant l'étude chimique du vivant semblent donc bien établis :

---

<sup>1</sup> D.C. Goodman, « Chemistry and the two organic kingdoms of nature in the nineteenth century », *Medical history*, 1972, 16, 2, 113-130.

<sup>2</sup> M. E. Chevreul, *Considérations générales sur l'analyse organique et sur ses applications*, Paris, F.G. Levrault, 1824, p.233.

<sup>3</sup> C. Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, Paris, J.-B. Baillière, 1878.

<sup>4</sup> C. Bernard, « Remarques sur la formation de la matière glycogène du foie », *C. r. hebdomadaire des séances Acad. sci.*, 1857, 44, 1325-1331, p.1325.

<sup>5</sup> L'identité des diastases végétale et animale est soupçonnée depuis longtemps mais les doutes liés à un possible apport nutritionnel n'ont pu être levés.

- Aucun critère chimique simple ne permet de distinguer le règne animal du règne végétal, en particulier dès lors que l'on considère les formes de vies les plus élémentaires,

- L'analyse de la composition chimique des êtres vivants n'a de sens qu'au niveau des organes, in situ, et ne peut être menée au niveau de l'organisme.

Si ces constats amèneront nombre de biologiste à se tourner vers la (les) physiologie(s), les préoccupations taxonomiques n'en disparaîtront pas pour autant et reviendront régulièrement dans ce nouveau contexte.

#### LE PARCOURS D'ÉMILE BOURQUELOT

Émile Bourquelot naît le 21 juin 1851 à Jandun, village rural des Ardennes, dans une famille de cultivateurs aisés, favorables aux études scientifiques et techniques. Après un baccalauréat ès lettres et ès sciences, il commence en 1871 un stage de pharmacie à Sedan. Pendant ces trois années de formation professionnelle, il ne se contente pas du travail d'officine mais profite de ses journées de sortie pour herboriser dans la campagne environnante. Il fonde une société de botanique avec d'autres stagiaires et entame une correspondance de plus de vingt ans avec Albert Callay (1822-1896), spécialiste de la flore locale. Son stage terminé, il choisit de poursuivre ses études à l'École supérieure de Pharmacie de Paris<sup>6</sup> afin de pouvoir accéder au grade de pharmacien de première classe. Il prépare parallèlement le concours de l'internat en pharmacie des hôpitaux de Paris, qu'il réussit le 1er décembre 1878. Il accomplira sa carrière hospitalière dans trois établissements : à l'hôpital des cliniques et clinique d'accouchement de 1878 à 1886, à l'hôpital des enfants malades en 1886-1887 et enfin à l'hôpital Laennec, où il installe son laboratoire, de 1887 à 1919.

Sa carrière universitaire débute le 16 novembre 1877 par l'attribution des fonctions de préparateur des travaux pratiques de chimie à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, puis il est nommé sur le poste tout juste créé de préparateur du cours de Cryptogamie le 1<sup>er</sup> janvier 1881<sup>7</sup>. Après l'obtention d'un doctorat ès sciences naturelles et de l'agrégation de Pharmacie, il est chargé en 1893 du cours de galénique, avant d'être enfin titularisé en tant que professeur de Pharmacie galénique le 1<sup>er</sup> novembre 1897.

---

<sup>6</sup> L'École supérieure de Pharmacie de Strasbourg n'avait été transférée à Nancy que le 1er octobre 1872, sous administration de la Faculté de Médecine. Ce qui pourrait expliquer une préférence des étudiants en pharmacie des régions de l'est pour l'école de la capitale.

<sup>7</sup> Voir l'article de Philippe Jausaud pour de plus amples développements sur la place de la cryptogamie à l'École supérieure de Pharmacie.



## UN LONG RECENSEMENT DES MATIERES SUCREES DES CHAMPIGNONS

Les premières années de recherche (1881-1884) d'Émile Bourquelot sont consacrées à l'étude de la digestion chez les mollusques céphalopodes, sujet de sa thèse de doctorat. Il traverse ensuite une période plus indécise, s'intéressant à diverses questions touchant les fermentations. En 1886, Bourquelot aborde la question de la présence de tréhalose et de mannite<sup>8</sup> chez une espèce de Champignons, l'Agaric poivré (*Lactarius piperatus* Scop.) à l'occasion d'une série de tentatives d'extraction du glycogène. Cette digression va l'amener à réorienter soudainement ses travaux pour entreprendre un long recensement des matières sucrées dans 51 genres de Champignons. Il ne commencera cependant à publier ses résultats que trois ans plus tard, en 1889.

On ne peut ignorer un lien probable entre cet événement et le parcours institutionnel de Bourquelot. Préparateur du cours de cryptogamie depuis six ans, il rejoint en 1887 la Société mycologique de France, fondée deux ans auparavant. Il y occupe rapidement des fonctions de premier plan : secrétaire en 1888, secrétaire général de 1890 à 1892, vice-président en 1893-1894 et enfin président en 1894-1896. Mais ce travail colossal semble principalement motivé par la volonté de mettre un terme au débat sur la présence de mannite et de tréhalose chez les Champignons. En effet, jusqu'alors, ces substances avaient bien été identifiées dans une trentaine d'espèces, mais dans des rapports extrêmement variables.

Dès l'introduction de son premier article sur le sujet, Bourquelot montre un intérêt pour les implications taxonomiques de ce problème en se demandant « si ces deux matières sucrées sont les seules qui soient contenues dans ces végétaux, ou encore s'il n'existe pas à cet égard une certaine analogie de composition chez les espèces de ces Cryptogames appartenant au même groupe botanique »<sup>9</sup>.

En quatre ans, il analyse 212 espèces de Champignons. Cette campagne nécessite la collecte d'une masse considérable d'échantillons. Les indications fournies dans cet article suffisent à prendre conscience des quantités en question : l'analyse de la composition en mannite et tréhalose de huit espèces de Lactaires et une espèce de Bolets a pu nécessiter jusqu'à 40 kg d'échantillons dans certains cas. Une rapide étude des données des articles

---

<sup>8</sup> Le tréhalose est un isomère du saccharose isolé en 1857 par Berthelot dans une manne provenant de Syrie. La mannite est un polyol aujourd'hui désignée sous le terme mannitol.

<sup>9</sup> E. Bourquelot, « Recherches sur les matières sucrées de quelques espèces de champignons », *C. r. hebd. séances Acad. sci.*, 1889, 108, 568-570, p.568.

suivants montre que plus de 100kg d'échantillons ont été analysés, soit une moyenne de 200g par expérience. Il n'est donc pas étonnant que la plupart de ces échantillons proviennent de forêts de la région parisienne. On dénombre 22 zones de prélèvement : du jardin de l'hôpital Laennec à la forêt de Fontainebleau ; de la forêt de Bièvres à celle de Compiègne<sup>10</sup>. De même que l'omniprésence de fossiles dans le Bassin parisien avait pu procurer des bases de recherche fructueuses au début du XIX<sup>ème</sup> siècle, les nombreuses espèces de Champignons, comme l'Agaric poivré, fréquentes dans les zones boisées orientaient naturellement vers l'étude de ces cryptogames. Ces collectes représentent un temps et une énergie considérables souvent négligés, même dans les rapports de Bourquelot. On comprend dès lors pourquoi ses élèves garderont longtemps « le souvenir des agréables excursions dans les bois des environs de Paris, qui avaient pour but avoué et réel la cueillette et l'étude des Champignons, mais qui s'agrémentaient aussi de très longues conversations sur les questions scientifiques à l'ordre du jour »<sup>11</sup>. L'image de Bourquelot au travail dans son laboratoire, avancée par ses collaborateurs et certainement souhaitée par le chercheur lui-même au vu de certaines photographies d'époque, est donc à relativiser. On doit se garder de négliger la place considérable occupée par les excursions naturalistes dans l'activité scientifique du pharmacien, au moins durant la première période de ses recherches.

Cet énorme travail, à mi-chemin des tentatives de caractérisation des règnes et de l'apparition de la chimiotaxonomie, nécessite une connaissance précise des caractéristiques physiologiques et écologiques de ces Champignons. En effet, Bourquelot réalise rapidement que la variabilité des résultats antérieurs s'explique par l'utilisation d'échantillons dans des états non comparables. Afin de parer à cette difficulté, quelques indications concernant la cueillette sont relevées systématiquement et permettent de classer de façon pertinente les échantillons : phase de croissance, partie prélevée, période de l'année, environnement du champignon, et parfois même conditions météorologiques. Le deuxième élément explicatif de l'hétérogénéité des résultats antérieurs est très rapidement mis au jour : le délai entre cueillette et analyse pouvait être extrêmement différent d'une expérience à l'autre. Bourquelot résout simplement ce problème en mettant

---

<sup>10</sup> Seules deux sources extérieures d'échantillons sont citées : la région natale de Bourquelot autour de Jandun et la Somme, en particulier la région de Ham, où un correspondant du nom de Arnould collecte les échantillons que le chercheur ne peut se procurer autour de Paris.

<sup>11</sup> J. Bougault, H. Hérissé, « Notice sur la vie et les travaux de Émile Bourquelot (21 juin 1851-26 janvier 1921) », *J. Pharm. Chim.*, 1921, 24, 403-464, p. 415.

au point une méthode de stabilisation dans l'alcool bouillant et en notant le temps séparant la cueillette de cette opération<sup>12</sup>.

La découverte de tréhalose dans 142 espèces, soit 31 genres étudiés, lui permet de tirer de premières conclusions explicitement taxonomiques et physiologiques. Il déclare ainsi que la présence de tréhalose dans les Champignons « est essentiellement générale ». Et malgré des résultats négatifs qu'il espère provisoires, il en vient même à supposer que « l'origine du tréhalose dans les Champignons doit être rapportée à quelque phénomène général de leur végétation et a peut-être une relation directe avec leur vie sans chlorophylle. »<sup>13</sup> Ce long travail de recensement et d'interprétation physiologique et systématique ne restera pas une fin en soit mais débouchera sur des découvertes à un rythme soutenu dans les années qui suivront.

#### LES DEBOUCHES PHYSIOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES DES TRAVAUX SYSTEMATIQUES

Ce travail systématique amène Bourquelot à une connaissance précise des transformations des matières sucrées chez les Champignons. A partir des nouvelles données rassemblées, il développe régulièrement de nouvelles hypothèses physiologiques.

En 1890, il associe la disparition de mannite au profit du tréhalose, qu'il considère désormais comme un processus chimique de réduction, à la maturation des spores<sup>14</sup>. Après trois ans de recherche, il aboutit à un tableau détaillé des transformations des matières sucrées intervenant dans le processus de maturation : « Les recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur les matières sucrées contenues dans les Champignons ont établi jusqu'ici : 1° que la présence de tréhalose dans ces végétaux est à peu près générale ; 2° que le tréhalose ne se forme que lorsque les champignons commencent à produire leurs spores; 3° que ce sucre est localisé dans le tissu plus particulièrement végétatif du fruit ou sporophore ; 4° qu'il disparaît peu à peu durant la maturation ; 5° enfin, que, le plus souvent, le glucose, autre matière sucrée qu'on rencontre également dans les Champignons, ne peut être décelé que lorsque le tréhalose a déjà fait son apparition et s'y retrouve encore lorsque celui-ci a disparu. »<sup>15</sup> L'association de ces résultats et de ses

<sup>12</sup> E. Bourquelot, « Recherches sur les matières sucrées de quelques espèces de champignons », *C. r. hebd. séances Acad. sci.*, 1889, 108, 568-570.

<sup>13</sup> E. Bourquelot, « Nouvelles recherches sur les matières sucrées contenues dans les champignons », *Bull. trimest. soc. mycol. Fr.*, 1893, 9, 56-65, p.63.

<sup>14</sup> E. Bourquelot, « Les matières sucrées chez les champignons », *C. r. hebd. séances Acad. sci.*, 1890, 111, 578-580.

<sup>15</sup> E. Bourquelot, « Recherches sur les matières sucrées de quelques espèces de champignons », *C. r. hebd. séances Acad. sci.*, 1893, vol. 116, p. 826.

recherches antérieures lui permet d'ébaucher une voie métabolique complète spécifique des Champignons où le tréhalose est transformé dans un premier temps en glucose puis en mannite.

Mais si Bourquelot a réussi à associer phénomènes physiologiques et substances chimiques, il lui reste à identifier les catalyseurs de ces processus. Il va donc chercher quels ferments interviennent dans ces étapes successives, et particulièrement dans la première, la formation de glucose à partir du tréhalose. Ses efforts vont être très vite récompensés. En effet, il a déjà étudié une telle transformation au début de sa carrière : en 1883, il avait obtenu une préparation dédoublant le maltose et le tréhalose à partir d'une culture de moisissure *Aspergillus niger*<sup>16</sup>. Il reprend donc ces expériences et démontre que cette préparation contient deux ferments différents : la maltase, déjà identifiée chez les animaux, et une nouvelle enzyme, responsable de la transformation du tréhalose en glucose, la tréhalase.

Cette découverte marque un tournant dans la carrière de Bourquelot, qui va alors s'investir totalement dans l'étude des ferments impliqués dans les processus mis au jour précédemment. Ainsi, en 1893, un article sur la présence d'émulsine dans certaines espèces de Champignons montre les liens existant entre processus chimiques, physiologiques et signification taxonomique : « ...le ferment des glucosides se trouve presque exclusivement dans les Champignons parasites des arbres ou vivant sur le vieux bois. Or on sait que parmi les principes immédiats que renferment l'écorce, le cambium et même le ligneux des arbres, se trouvent des glucosides. C'est ainsi que dans les peupliers et les saules, si souvent envahis par les polypores, on rencontre de la populine et de la salicine ; dans les pommiers de la phlorazine, dans les pins de la coniférine. On peut donc supposer que le ferment en question permet aux espèces qui le produisent d'utiliser pour leur nourriture ces divers glucosides, ceux-ci fournissant, entre autres produits de décomposition, du glucose, sucre directement assimilable. »<sup>17</sup>

Sur la base d'une démarche d'analyse systématique limitée aux Champignons, Bourquelot parvient donc à nouveau à mettre en accord caractères biochimiques et taxonomiques. Les pistes de recherches fructueuses ouvertes par ses travaux vont rapidement attirer l'attention d'autres scientifiques, dont Gabriel Bertrand, certainement le plus célèbre d'entre eux.

<sup>16</sup> Alors qu'Emile Duclaux démontre rigoureusement la présence de l'invertine et de la diastase (amylase) chez *Aspergillus niger*.

<sup>17</sup> E. Bourquelot, « Présence d'un ferment analogue à l'émulsine dans les Champignons, et en particulier dans les Champignons parasites des arbres ou vivant sur le bois », *C. r. hebd. séances Acad. sci.*, 1893, 117, 383-386, p.386.

## RECHERCHES SUR LES OXYDASES

Jusqu'en 1894, les diastases, autrement dit les enzymes, étaient réputées n'intervenir par nature que dans les réactions d'hydrolyse. Gabriel Bertrand remet en question ce dogme après avoir étudié l'agent responsable d'un processus de coloration naturelle : le laccol, produit phénolique incolore, contenu dans le latex de l'arbre à laque est transformé au contact de l'air en laque, de couleur brune, sous l'action d'une diastase oxydante, la laccase. Cette remise en cause du modèle en vigueur est accueillie assez froidement dans un premier temps, mais l'accumulation de résultats positifs va finalement emporter l'adhésion générale en peu d'années. Après avoir établi la présence de laccase chez de nombreux Phanérogames, Bertrand fait appel à Bourquelot pour l'aider à vérifier l'existence de cette diastase chez les Champignons. Deux cents espèces sont testées au niveau de différents organes, avec des résultats positifs dans la grande majorité des cas. Des expériences plus détaillées, sur des espèces des genres *Russula*, *Lactarius* et quelques autres, vont là encore amener Bourquelot et Bertrand à des conclusions ouvrant des perspectives taxonomiques : « ...nos recherches permettent de penser qu'il existe une certaine relation entre sa présence ou son absence et les affinités botaniques. Ainsi, dans les espèces du genre *Lactarius*, si voisin du genre *Russula*, la présence de la laccase est presque aussi générale que dans celles de ce dernier ? »<sup>18</sup>. Dans plusieurs cas, les deux chercheurs vont associer la présence de ce ferment à des caractères facilement observables, éventuellement utilisable en systématique. Ils précisent en effet un peu plus loin que « dans certains cas, la présence de laccase coïncide avec l'existence de principes odorants : ainsi en est-il pour le *Clitocybe odora* Bull. (odeur de coumarine) et l'*Inocybe pyriodora* Pars. (odeur de poire). Dans d'autres, elle coïncide avec l'existence de principes colorables à l'air ; c'est ce qu'on remarque dans les *Boletus erythropus*, *cyanescens*, etc. »<sup>19</sup>. Dans un article postérieur, le noircissement de *Russula nigricans* est attribué à une oxydase différente de la laccase. Gabriel Bertrand découvrira quelques mois plus tard l'existence de la tyrosinase. Les personnalités marquées des deux chercheurs vont cependant abréger leur collaboration qui cesse dès 1896. Il semblerait que Gabriel Bertrand ait gardé une certaine rancune suite à cet épisode puisque trente ans plus tard il s'opposera à l'idée d'une réversibilité des actions enzymatiques, propriété découverte par Émile Bourquelot et pourtant acceptée par la plupart des biochimistes depuis plusieurs années.

---

<sup>18</sup> E. Bourquelot, G. Bertrand, « La laccase dans les champignons », *C. r. hebd. séances Acad. sci.*, 1895, 121, 783-786, p.784.

<sup>19</sup> *Ibid.*

L'objectif principal des séries de travaux que nous venons de passer en revue est indéniablement la mise en évidence de la présence de diastases, hydratantes ou oxydantes, chez les Champignons. Mais, on ne peut ignorer la récurrence des réflexions sur le rôle de ces enzymes dans des phénomènes physiologiques ou dans l'apparition de certains caractères utilisables en systématique (couleur, odeur, localisation). Ces préoccupations vont continuer à se développer en filigrane dans les laboratoires des successeurs de Bourquelot pendant plusieurs décennies.

#### LA POURSUITE DES TRAVAUX DE BOURQUELOT ET SA POSTERITE

Après cette première phase d'étude des Champignons, Bourquelot va appliquer ses méthodes expérimentales aux Phanérogames. Rejoint par Henri Hérissé (1873 - 1959), avec qui il met au point une méthode de détection enzymatique particulièrement efficace pour l'époque, il effectue une recherche systématique du « sucre de canne », c'est-à-dire du saccharose, dans des dizaines d'espèces. Sa présence quasi systématique va l'amener à penser « que le sucre de canne est une sorte de principe nécessaire aux échanges nutritifs, dans toutes les plantes phanérogames. »<sup>20</sup>. Bien que la comparaison avec le rôle attribué au tréhalose chez les Champignons soit évidente, Bourquelot n'exprime pas textuellement l'intention d'utiliser cette caractéristique chimique dans un but taxonomique.

Après avoir mené ce large recensement de la présence de sucre de canne chez les Phanérogames, Bourquelot entame un nouveau projet visant à identifier les glucosides présents chez ces mêmes espèces grâce à l'émulsine, diastase qu'il avait déjà abondamment étudié chez les Champignons<sup>21</sup>. Cette nouvelle phase de recherche coïncide avec l'arrivée d'un deuxième collaborateur important : Marc Bridel (1883-1931). La méthode utilisée est une variante de la précédente. L'aspect biochimique des recherches prend le pas sur les préoccupations systématiques. Mais là encore, celles-ci réapparaissent ponctuellement quand nos chercheurs découvrent, par exemple, de la gentiopicroine chez 10 espèces de gentianées ou de l'arbutine chez toutes les rosacées et protéacées étudiées.

Émile Bourquelot meurt le 26 janvier 1921. Ses deux principaux collaborateurs poursuivent ses travaux selon des stratégies différentes. Henry Hérissé mène au sein de la Faculté de Pharmacie de Paris des recherches principalement axées sur l'identification de glucosides chez les végétaux, en

<sup>20</sup> E. Bourquelot, « Le sucre de canne dans les réserves alimentaires des plantes phanérogames », *C. r. hebd. séances Acad. sci.*, 1902, 134, 718-720, p.720.

<sup>21</sup> B. Jupile, P. Jaussaud, « L'école pharmaceutique française des hétérosides », *Rev. hist. pharm.*, 2010, 57, 364, 375-384.

prolongation directe des travaux du maître. Il démontre, par exemple, la présence d'aspéruloside dans 26 espèces de rubiacées. Mais ses responsabilités grandissantes vont progressivement l'éloigner de la recherche. Marc Bridel occupe quant à lui la chaire de Physique végétale du Muséum national d'Histoire naturelle. Ses fonctions lui permettent de poursuivre le programme de Bourquelot dans ses trois principales dimensions : recherche de nouveaux glucosides, mise en œuvre de méthodes enzymatiques, identification de glucosides dans certains groupes végétaux. Cette dernière thématique va cependant s'inverser dans les dernières années de sa vie. De la recherche d'un unique composé chimique dans un large groupe taxonomique, on passe au repérage du plus grand nombre possible de substances organiques, et en particulier de glucosides, dans une seule espèce. L'exemple le plus marquant de ces travaux est l'identification de 16 molécules différentes dans la bourdaine (*Rhamnus frangula*). Après sa mort en 1931, son successeur Jacques Rabaté (1907-1941) poursuit ses travaux en ce sens. Il consacre plus de 12 articles et sa thèse de doctorat à l'analyse de la composition chimique des Salicacées. Une publication de 1935 présente une synthèse remarquable des résultats taxonomiques obtenus. On y lit, par exemple que « la présence du salicoside dans la plupart des Salicacées donne une grande homogénéité chimique à cette famille. »<sup>22</sup> Un tableau fait le bilan précis des concentrations en saccharose et en plusieurs glucosides dans trois organes de 23 espèces. Mais, encore une fois, si toutes les informations nécessaires sont disponibles, le pas vers une analyse taxonomique n'est pas explicitement franchi.

Si Bourquelot et son école ne peuvent pas être considérés comme les premiers chimiotaxonomistes, des personnalités reconnues dans ce domaine vont prolonger après guerre leurs travaux, mettant à profit le développement de nouvelles méthodes expérimentales, en particulier les techniques de chromatographie.

Charles Mentzer (1911-1967) est l'une des figures reconnues internationalement dans le domaine de la chimiotaxonomie des années 50. Il a précédemment effectué plusieurs passages à l'École de Pharmacie de Paris, alors qu'Henri Hérissey était titulaire de la chaire de chimie biologique. En 1958, il est nommé à la chaire de Chimie appliquée aux corps organisés au Muséum national d'Histoire naturelle (dans le laboratoire où travaille déjà Victor Plouvier, élève de Rabaté). Ses travaux sur la biochimie comparée des flavonoïdes l'amènent à des progrès importants en chimiotaxonomie et

---

<sup>22</sup> J. Rabaté, « Contribution à l'étude biochimique des Salicacées. VIII. – Répartition de quelques hétérosides chez les Salicacées, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1935,17, 439-446, p.440.

phylogénie végétale. Il étend par la suite ses recherches à d'autres catégories de molécules comme les lignanes, les terpènes (inclus dans les glucosides à l'époque de Bourquelot) et aux rôles de celles-ci dans la physiologie végétale. Dès 1954, il propose un nouveau système de classification biochimique des plantes : la classification biogénétique<sup>23</sup>. Il joue un rôle majeur dans le développement accéléré de la chimiotaxinomie végétale au début des années 60, participant à la rédaction de plusieurs ouvrages de référence, et intervenant dans les principaux congrès. Il intervient en 1966 dans le débat autour de la valeur phylogénétique des données issues de la chimiotaxinomie végétale.

A travers l'étude des flavonoïdes puis d'autres types de molécules, Mentzer a également abordé la morphologie et la physiologie végétale (phytohormones, phototropisme...).

Georges Dillemann (1903-1999) rejoint l'équipe d'Henri Hérissey en 1938 sur un projet d'étude des glucosides cyanogénétiques ; recherches qu'il reprend après-guerre et pour lesquelles il a recours aux techniques chromatographiques. Parallèlement il mène des travaux sur ces mêmes composés et leur transmission dans une série d'hybrides végétaux : préoccupations encore une fois chimiotaxinomiques confirmées par une série d'études chromatographiques sur des espèces du genre *Rauwolfia*. Ses projets d'analyses par électrophorèse sont interrompus par la prise de nouvelles fonctions qui l'amèneront aux responsabilités de doyen de la Faculté de Pharmacie de Paris.

#### CONCLUSION

Le Paris de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle constitue un creuset particulier où la chimiotaxonomie française plonge ses racines. Les spécificités de la formation des pharmaciens leur permettent d'occuper une place essentielle dans les développements de la biologie végétale associés aux nouvelles connaissances chimiques. Les trois années préalables de stage en officine sont l'occasion d'accumuler des connaissances en botanique et d'acquérir une certaine rigueur dans les manipulations, indispensables à l'obtention de résultats fiables avec les délicates techniques expérimentales de l'époque. Seules trois Écoles supérieures de Pharmacie existent alors à Paris, Montpellier et Nancy (celle-ci ayant été récemment fondée pour remplacer celle de Strasbourg). Trois facultés mixtes de Médecine et Pharmacie

---

<sup>23</sup> Classification prenant en compte les voies métaboliques permettant d'obtenir des « produits secondaires » à partir de « produits primaires » : C. Mentzer, « Biogenetic classification of plant constituents », *Comparative phytochemistry*, Londres, Academic press inc., 1966, 21-31.



viennent d'être créées à Lyon, Bordeaux puis Lille. Ces six établissements permettant l'accès au grade de pharmacien de première classe concentrent les étudiants les plus motivés par des ambitions scientifiques. Parmi les deux institutions les plus anciennes, l'École supérieure de Pharmacie de Paris est évidemment la plus attractive pour les futurs chercheurs, ne serait-ce que par la proximité d'autres établissements prestigieux comme la Faculté des sciences de la Sorbonne, le Muséum national d'Histoire naturelle, l'Institut Pasteur... qui offrent diverses opportunités d'études et de carrières. Cette situation institutionnelle est à l'origine de la constitution d'un groupe scientifique assez particulier : parisien mais souvent d'origine provinciale, passionné de botanique, rigoureux, motivé par des ambitions scientifiques en phase avec les derniers progrès de la chimie... Toutes les conditions sont réunies pour que la chimiotaxonomie puisse éclore dans ce microcosme.

Si la découverte d'une nouvelle substance est souvent réalisée à partir d'échantillons arrivant de l'autre bout du monde, l'analyse détaillée des processus physiologiques et métaboliques l'impliquant ne peut être menée que sur une espèce disponible en quantité suffisante pour alimenter des extractions à faibles rendements et des identifications relativement peu sensibles étant donné les techniques disponibles à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Avec la concentration du monde scientifique à Paris, on devine l'importance qu'a pu avoir la composition de la flore et de la faune de la région dans le choix des objets de recherche. Les excursions botaniques autour de la capitale ont joué un rôle primordial dans le déroulement des projets d'Émile Bourquelot, mais également dans le choix des pistes de réflexion qui devaient l'amener à démêler un amas de résultats contradictoires. La connaissance des cycles de développement et de la physiologie de ces organismes est nécessaire pour déterminer quelles étapes sont les plus propices à amener des résultats décisifs, pour savoir par exemple que certains individus jeunes ne se trouvent que sous terre. Cette place fondamentale des sciences naturelles dans le travail de Bourquelot est souvent ignorée par ses biographes, ou du moins évoquée uniquement à travers la description de sa personnalité. Peut-être cet oubli peut-il s'expliquer par le fait que ses collaborateurs sont plus biochimistes que naturalistes ou par le fait que Bourquelot lui-même n'évoque que très rapidement dans ses articles cette part de travail ? Quoi qu'il en soit, l'histoire oublie souvent au final le temps et l'énergie passés dans ces activités qui ont manifestement joué un rôle dans l'émergence de la chimiotaxonomie.

Ce contexte particulier pourrait également illustrer la possibilité de l'émergence d'une nouvelle science, non par une brutale prise de conscience mais par la lente accumulation de faits, par les croisements entre nouvelles connaissances issues de domaines différents, par l'utilisation de techniques

expérimentales de plus en plus fines... A travers les allusions que nous avons pu évoquer dans cet article, on perçoit clairement que Bourquelot et ses collaborateurs ont énoncé quelques principes élémentaires de la chimiotaxonomie. Ils ont parfaitement su voir que l'existence de certaines substances, enzymes, réactions, pouvaient expliquer des processus physiologiques, eux-mêmes à l'origine de caractères utilisables en systématique. Mais ils ne franchissent pas le pas qui leur ferait considérer ces concepts comme des sujets d'étude à part entière, en tant que nouvelle discipline. L'inversion de leur problématique au cours de la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle ne va déboucher que très lentement sur la constitution de profils biochimiques d'espèces ou de genres particuliers. Là encore, cette évolution sera poussée par le progrès des connaissances et des techniques expérimentales plus que par une stratégie clairement affirmée. La multiplication des analyses n'ayant pas entraînée celle des moyens humains et matériels, le spectre des espèces étudiées va s'en trouver mécaniquement réduit. Mais cet obstacle ne sera que très provisoire : après-guerre, de nouvelles améliorations des techniques de laboratoires vont élargir l'échelle des recherches et permettre à la génération suivante de faire enfin émerger la chimiotaxonomie en tant que science à part entière.

A l'ombre ou en marge de Claude Bernard :  
la physiologie à Paris à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (1878-1905)

Christian et Renée Bange\*

RESUME. Pendant le Second Empire, Claude Bernard marqua d'une profonde empreinte la physiologie à Paris. Sa mort en février 1878 donna le signal d'une certaine redistribution des rôles : à côté de ses élèves (e. g. Paul Bert et Dastre), d'autres chercheurs commencèrent à s'affirmer, comme Brown-Séguard qui succéda à Bernard au Collège de France, cependant que se manifesta au grand jour l'importance d'équipes indépendantes (telles celles de Marey ou de Chauveau). De nouvelles orientations en résultèrent, qui affectèrent la pratique physiologique (la méthode graphique se généralisa), et débouchèrent sur l'exploration de nouveaux domaines (endocrinologie et immunologie notamment), tout à la fois en rompant avec certaines des exclusives bernardiennes et en rénovant des concepts de Bernard en voie d'oubli (par exemple le concept de sécrétion interne).

MOTS CLES : physiologie, Paris, Claude Bernard, méthode graphique, sécrétion interne

\*\*\*

ABSTRACT. Claude Bernard was a leading figure among French physiologists. After his death in 1878, such a role could not be played by his pupils (e. g. Paul Bert or Dastre), as talented as they were. Several other teams appeared in full light, as Marey's, Brown-Sequard's, and later Chauveau's, with different practices and purposes. These changes paved the way for the use of new techniques (as Marey's graphic method), and the emergence of new fields (e. g. endocrinology and immunology). Nevertheless, some forgotten Bernard's concepts were revived (for instance internal secretion) and experimental method lasted as a fruitful source of inspiration to many Parisian physiologists.

KEYWORDS : physiology, Paris, Claude Bernard, graphic method, internal secretion

---

\* Université de Lyon 1.

\*\*\*

## INTRODUCTION

Claude Bernard (1814-1878) a marqué d'une profonde empreinte la physiologie en France à partir de 1850, grâce à son enseignement au Collège de France ainsi qu'à la Faculté des sciences puis au Muséum, et aussi à cause de ses fonctions de Président de la Société de Biologie et de son influence à l'Académie des Sciences. Il devait le prestige dont il jouissait à des découvertes majeures, qui lui avaient valu d'abord de se voir décerné des distinctions flatteuses par l'Académie des Sciences, puis d'obtenir, en 1854, une chaire de physiologie à la Faculté des sciences et un siège à l'Académie, avant de succéder en 1856 à son maître Magendie dans la chaire de médecine expérimentale du Collège de France : ses recherches sur le rôle de la bile dans la digestion des graisses et sur la glycogénie hépatique avaient établi sa réputation scientifique. Son enseignement au Collège de France était suivi par nombre de jeunes chercheurs et se trouvait largement diffusé à partir de 1854 grâce à la publication régulière de ses *Leçons*, riches en faits expérimentaux, et aussi en aperçus épistémologiques qui donnaient lieu à des introductions nourries avant de constituer la matière de l'*Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, publiée en 1865.

Roll-Hansen, a prétendu que la publication de cet ouvrage par Bernard avait suscité davantage de réactions chez les philosophes, comme Ravaisson, Caro ou Janet, ou encore chez les écrivains, comme Zola, que d'intérêt chez les physiologistes ; il en veut pour preuve l'absence d'analyses écrites par ses pairs, ainsi que la date tardive des traductions anglaises et allemandes de l'*Introduction*, dont le succès dans les milieux scientifiques en France aurait été posthume.<sup>1</sup> Il en déduit que Bernard n'aurait exercé de son vivant qu'une influence fort réduite. Cette vue nous paraît tout à fait erronée : sans parler des étrangers qui ont fréquenté le laboratoire du Collège de France, on peut relever le fait que Cl. Bernard a eu de nombreux élèves français, dont certains ont atteint une juste célébrité. Le tableau de Lhermitte nous les donne à voir, regroupés autour du maître : il s'agit de Gréhant, Dumontpallier, Malassez, Paul Bert, Arsène d'Arsonval, ainsi qu'Albert Dastre, assis et consignait les observations dans le registre d'expériences. Il ne s'agit là que des proches collaborateurs – ceux des dernières années – et ils ne sont pas au complet, puisqu'on n'y voit pas figurer Joseph-Louis Renaut (1844-1917), Pierre

---

<sup>1</sup> N. Roll-Hansen, « Critical teleology : Immanuel Kant and Claude Bernard on the limitations of experimental biology », *J. Hist. Biol.*, 1976, 9 (1) : 59-91 ; Roll-Hansen s'appuie sur M. Grmek, qui avait déjà relevé quelques uns de ces faits (*Raisonnement expérimental et recherches toxicologiques chez Claude Bernard*, Genève, Paris, Droz, 1973, p. 15).

Picard (qui fut professeur de physiologie à Lyon) ou Jean-Pierre Morat (1846-1920), nommé en 1878 professeur à Lille puis transféré à Lyon en 1882, qui collabora activement avec Dastre à ses recherches sur les fonctions des nerfs spinaux et qui établit à Lyon une école typiquement bernardienne. Mais les souvenirs d'Arsène d'Arsonval, qui fut le préparateur de Bernard de 1874 à 1878, recueillis par le Dr Delhoume, font défiler d'autres personnages, et montrent que l'influence de Bernard débordait le cercle des intimes ; D'Arsonval évoque la présence d'écrivains, tels Victor Hugo et Emile Zola, de collègues du Collège de France, Renan par exemple, de savants qui passent un petit moment chez Bernard après la séance de l'Académie, comme Berthelot ou Pasteur, mais aussi de physiologistes parmi lesquels on remarque particulièrement Marey. Un autre fait nous paraît tout aussi révélateur de l'influence exercée par Bernard : au moment où Charles Richet, qui fréquentait le laboratoire de Marey et celui de Berthelot, mais ne figure pas parmi les élèves directs de Bernard, commença sa thèse de doctorat ès sciences sur le suc gastrique dans l'échelle zoologique, il rencontra inopinément dans la cour du Collège de France Claude Bernard, qui s'enquit de ses recherches, et qui lui conseilla de s'intéresser aux Sélaciens, ce que Richet s'empressa de mettre à exécution : le soir même, il partit pour le Havre, et put s'assurer de la pertinence du conseil donné par Bernard.<sup>2</sup> Ainsi, comme cela apparaît nettement à la lecture du célèbre *Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France* publié en 1867, Bernard exerçait incontestablement un véritable magistère dans sa discipline, et même s'il ne régentait pas absolument toute la recherche physiologique française, il n'en éclipsait pas moins les savants contemporains, bien que certains de ses adversaires ne le ménageassent guère, tels Longet, titulaire de la chaire de physiologie à la Faculté de médecine de 1859 à 1871, et surtout Colin, professeur de physiologie à l'École Vétérinaire d'Alfort, auteur d'un *Traité de physiologie comparée des animaux domestiques* d'ailleurs fort bien fait, qui bénéficia de trois éditions à partir de 1854. Quoique les principaux élèves de Bernard fussent des gens fort estimables, et parfois brillants – Paul Bert, par exemple – qui recueillirent quelques unes des fonctions qu'il occupait, ils ne pouvaient assurément pas tenir le rôle que le maître disparu avait rempli avec tant d'autorité naturelle pendant près de trente ans.

Au moment de sa mort, Claude Bernard occupait deux chaires importantes, l'une au Collège de France, sous le titre de médecine expérimentale, l'autre au Muséum, où, en 1868, sa chaire de la Sorbonne avait été substituée à la chaire de physiologie libérée par le décès de

---

<sup>2</sup> C. Richet, *Souvenirs d'un physiologiste*, Paris, Peyronnet, 1933, p. 28.

Flourens. De plus, membre respecté de l'Académie des sciences, il siégeait aussi depuis 1861 à l'Académie de médecine, et il était le président perpétuel que la Société de biologie (à la fondation de laquelle il avait pris une part active en 1849) s'était choisi en novembre 1867 après la mort de Rayer. Lorsque Bernard mourut, en 1878, la Société de biologie offrit la présidence à Paul Bert, l'élève favori de Bernard. Ce fut également Paul Bert qui succéda à Bernard à l'Académie des sciences. A l'Académie de médecine, Bernard fut remplacé par l'anatomiste et chirurgien Paul Tillaux (1834-1904). La chaire de physiologie du Muséum revint en 1879 à un collaborateur de Bernard, Louis Ranvier, qui appliquait les principes bernardiens à l'histologie et s'efforçait d'en faire une science expérimentale. Enfin, le Collège de France choisit Brown-Séguard pour occuper la chaire de médecine expérimentale. Sa nomination ne fut pas sans provoquer des réactions ; Arsène d'Arsonval, le dévoué préparateur de Bernard, qui comparait sans cesse de façon désobligeante les pratiques de Brown-Séguard à celles de son ancien maître regretté, fut au bout de quelques mois prié par le nouveau titulaire de quitter le laboratoire et il se réfugia chez Marey. Brown-Séguard, choqué tout d'abord, finit par confesser ses torts, et réussit à ramener auprès de lui D'Arsonval, dont il assura la carrière. Mais ni Brown-Séguard, ni même Marey, ne jouirent du prestige et de l'autorité du maître disparu. La scène physiologique parisienne va tout d'un coup apparaître comme occupée par d'assez nombreuses équipes. Nous les passerons en revue, avant de présenter quelques uns des thèmes étudiés et d'en discuter l'apport dans la transformation qui a affecté la physiologie au tournant du siècle.

#### LES LABORATOIRES PARISIENS DE RECHERCHE PHYSIOLOGIQUE

Lorsque Claude Bernard avait commencé sa vie scientifique au milieu des années 1840, les recherches physiologiques se faisaient en grande partie dans des laboratoires privés ; ce n'est guère qu'à l'occasion de l'enseignement – notamment au Collège de France – que le travail expérimental s'accomplissait dans un lieu public. Claude Bernard, bien qu'il fût préparateur de Magendie au Collège de France, effectuait la plupart de ses recherches à son domicile. Marey apprit la pratique expérimentale dans le laboratoire privé de Martin Magron (1810-1872), avant d'installer son propre laboratoire personnel. De même, Paul Bert élevait chez lui ses rats greffés. La situation va progressivement s'améliorer, en grande partie grâce aux efforts de Claude Bernard, qui n'aura de cesse de voir la physiologie pourvue de laboratoires spécialement aménagés et équipés en vue des recherches physiologiques, comme c'était déjà le cas en Allemagne.

A la Sorbonne, Bernard, en dépit de ses demandes, dut patienter dix ans

après sa nomination avant d'obtenir un petit local. La situation n'était pas meilleure au Collège de France. Dans son *Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France* rédigé à l'invitation du ministre et publié en 1867, Bernard réclama la construction de laboratoires construits sur le modèle des laboratoires allemands. Reçu par Napoléon III, il obtint des promesses à ce sujet, mais le coût de son projet comportant construction et équipement parut exorbitant – il atteignait 400000 francs – si bien que le ministère se contenta de transférer Bernard au Muséum, où une chaire disposant d'un laboratoire se trouvait vacante à la suite de la mort de Flourens. Ce laboratoire était proche du quai, dans un petit bâtiment situé dans l'enceinte de la ménagerie ; ce n'est qu'après la mort de Chauveau en 1917 et la suppression de sa chaire de pathologie que le service de physiologie du Muséum fut transféré dans le vaste bâtiment construit sur les plans de Chauveau pour abriter la pathologie.

La situation s'améliora lentement à partir des dernières années de l'Empire, et surtout lorsque la Troisième République s'attela à la tâche de la rénovation de l'enseignement supérieur. A la Sorbonne, Paul Bert put disposer d'un laboratoire et d'équipements satisfaisants, auxquels se joignit la ressource d'un laboratoire maritime de physiologie installé en 1883 dans les locaux de l' Aquarium marin du Havre. A la Faculté de médecine, Bécclard, qui avait succédé à Longet en 1872, ne voulut pas être en reste avec Claude Bernard, et il y établit un laboratoire. Devenu doyen, il s'efforça de moderniser la Faculté, de la doter des laboratoires et des équipements nécessaires, de réformer l'enseignement de l'anatomie et de la physiologie en établissant des démonstrations pratiques. Cependant, à la fin du siècle, tout le monde n'était pas convaincu de l'utilité de l'enseignement pratique de la physiologie médicale : si Jolyet – un ancien élève de Paul Bert, devenu professeur de physiologie à la Faculté de médecine de Bordeaux – exprimait le vœu que l'enseignement de la physiologie fut exclusivement expérimental, Richet s'opposait à cette manière de faire : selon lui, le médecin devait connaître les résultats, et non les moyens employés pour y parvenir, qui n'intéressaient que les savants. Une telle prise de position n'alla pas sans obérer le développement de la physiologie en France, d'autant plus que si la physiologie était enseignée dans toutes les Facultés de médecine, tel n'était pas le cas dans les facultés des sciences provinciales où, à l'exception de Lyon, il n'existait pas de chaires autonomes de physiologie.

Les laboratoires de Bernard et de Marey au Collège étaient exigus et peu salubres. Marey réclama dès 1871 la création d'un laboratoire, mais ne parvint qu'en 1882 à établir une Station physiologique rattachée au Collège de France sur un vaste terrain situé au Parc des Princes grâce à un bail précaire de la Ville de Paris. Marey pourra lui adjoindre en 1902 un Institut

destiné à la standardisation des méthodes d'enregistrement graphique, ayant le statut d'une fondation internationale de droit privé ; ce fut l'Institut Marey, construit au Parc des Princes à proximité de la Station physiologique, mais indépendant du Collège de France, ce qui provoquera après le décès de Marey beaucoup de difficultés ; dirigé d'abord par Marey, il fut ensuite placé sous la direction de Chauveau, qui démissionna au bout d'une année, puis de Hugo Kronecker.<sup>3</sup>

Ainsi, à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, plusieurs laboratoires publics plus ou moins bien dotés de l'équipement approprié existaient enfin à Paris pour la réalisation d'expériences physiologiques. Quelques chercheurs fortunés continuaient cependant de poursuivre des recherches dans leurs laboratoires personnels, ou en faisant l'acquisition sur leurs deniers propres des appareils dont ils avaient besoin. Ainsi, nous voyons François-Franck solliciter l'Administrateur du Collège afin de hâter la délimitation des terrains concédés au Parc des Princes par la ville de Paris, « car l'un de mes assistants, le Dr Morel, (qui a la bonne chance d'être riche et de pouvoir dépenser sans compter pour le travail) a le projet de faire construire une annexe dont le plan est fait et vous sera soumis ».<sup>4</sup>

#### LES CHERCHEURS

Passons maintenant en revue les chercheurs qui ont travaillé, à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle et au début du XX<sup>ème</sup>, dans les établissements que nous venons de mentionner : le Collège de France, le Muséum, la Faculté de médecine, la Faculté des sciences, l'École Vétérinaire d'Alfort et les divers Instituts créés à Paris autour de 1900.<sup>5</sup>

<sup>3</sup> J. Malthète, « La Station physiologique et l'Institut Marey : un demi-siècle de mésentente », dans T. Lefebvre, J. Malthète et L. Mannoni (éd.), *Sur les pas de Marey. Science(s) et cinéma*, Paris, L'Harmattan et SEMIA, 2004, p. 129-215.

<sup>4</sup> Charles François-Franck à Emile Levasseur, lettre du 29 janvier 1908, publiée par J. Malthète, *op. cit.* n. 4, p. 198.

<sup>5</sup> Les données rapportées ici, qui ne sauraient prétendre à l'exhaustivité, proviennent principalement des notices publiées dans le *Dictionnaire de biographie française* de M. Prévost, Roman d'Amat et al., (Paris, Letouzey et Ané, 1932 sq, 19 volumes publiés jusqu'à ce jour), et des ouvrages suivants : C. Charle, E. Telkès, *Les professeurs du Collège de France. Dictionnaire biographique 1901-1939*, Paris, INRP, 1988 ; M. Genty, *Index biographique des Membres, des Associés et des Correspondants de l'Académie de médecine de 1820 à 1970*, 2<sup>ème</sup> éd. Revue par G. Nicole-Genty et M. Chapuis, Paris, Doin, 1972 ; F. Huguët, *Les professeurs de la Faculté de médecine de Paris*, Paris, I.N.R.P., 1991 ; C. Blankaert, C. Cohen, P. Corsi, J. L. Fischer, et al., *Le Muséum au premier siècle de son histoire*, Paris, MNHN, 1997 ; P. Jaussaud et C. E. Brygoo, *Du Jardin au Muséum en 516 biographies*, Paris, MNHN, 2004 ; nous avons également consulté, chaque fois qu'elles existent, les



*Au Collège de France*

Aux alentours de 1900, deux chaires s'occupaient presque exclusivement de physiologie au Collège de France : tout d'abord la chaire de médecine expérimentale, qui avait été celle de Magendie et de Bernard, et dont les titulaires successifs après Bernard ont été deux physiologistes, Charles-Edouard Brown-Séquard (1817-1894), de 1878 à sa mort, puis Arsène d'Arsonval (1851-1940) qui la conservera jusqu'en 1930. La seconde chaire était celle d'histoire naturelle des corps organisés, attribuée à Marey en 1869 avec l'appui de Claude Bernard, qui sera dévolue à Charles François-Franck (1849-1921) après le décès de Marey.

Mais des recherches physiologiques étaient également poursuivies dans d'autres laboratoires, aussi divers que la chaire de chimie illustrée par Berthelot, la chaire d'anatomie confiée à Louis Ranvier (1835-1922), où Louis Charles Malassez (1842-1909), qui dirigeait le laboratoire d'histologie de l'École Pratique des Hautes Études installée au Collège, effectua d'utiles investigations sur les éléments figurés du sang. S'y ajoutera bientôt la chaire de pathologie générale et comparée créée en 1903 pour Albert Charrin (1856-1907), ancien collaborateur de l'Institut Pasteur, jusqu'alors sous-directeur chez D'Arsonval ; après le décès de Charrin, la chaire fut transformée en 1908 en chaire de biologie générale au profit d'Eugène Gley (1857-1930), bien connu pour sa contribution importante à l'endocrinologie.

Chacun des titulaires de chaire disposait d'un personnel scientifique qualifié, dépendant du Collège de France ou de l'École pratique des Hautes Études, en qualité de directeur de laboratoire, ainsi que de préparateurs temporaires qui étaient parfois des savants déjà confirmés. En outre, des chercheurs bénévoles se pressaient dans ces laboratoires. Ainsi, autour de Marey, nous voyons apparaître à des dates diverses Mlle Mariette Pompilian, Arsène d'Arsonval, J. Athanasiu, Boudet, Lucien Bull, G. Carlet, Georges Demeny, qui fut sous-directeur de la Station physiologique du Parc des Princes, François Franck, qui succédera à Marey, Léon Huard, Fernand Lagrange, Albert Londe, Calixte Pagès, Paul Richer, Charles Richet. Beaucoup étaient médecins. Les uns poursuivirent des recherches sur la locomotion et la physiologie de l'exercice, d'autres réalisèrent l'étude de phénomènes plus élémentaires (contraction cardiaque, pression artérielle, respiration, par exemple) au moyen de l'appareillage mis au point par Marey. Certains furent davantage préoccupés par les aspects techniques de

---

notices nécrologiques insérées dans les publications de l'Académie des Sciences, de l'Académie de médecine et de la Société de Biologie, ainsi que certains travaux monographiques substantiels qui ont été consacrés à Flourens, Cl. Bernard, Paul Bert, Brown-Séquard, Marey, Chauveau, D'Arsonval, Richet, Portier.

l'instrumentation, tel Londe, spécialiste de la photographie, qui occupa les fonctions de Chef du service photographique à l'hôpital de la Salpêtrière.

*Au Muséum d'Histoire Naturelle*

Lorsque Claude Bernard prit possession de la chaire de physiologie de Flourens au Muséum, il y trouva des chercheurs qui restèrent en fonction, ou plus simplement qui continuèrent de travailler bénévolement au laboratoire. Plusieurs d'entre eux étaient des physiologistes très qualifiés, comme le Dr Jean-Marie Philippeaux (1809-1892), un excellent expérimentateur qui ne prit sa retraite qu'en 1891 ; Vulpian avait été son élève et resta son collaborateur. Après le décès de Bernard, ce fut Louis Ranvier qui obtint la chaire, et l'abandonna en 1892, déçu de voir le peu de cas que la communauté scientifique faisait de ses travaux principalement histologiques. Il fut remplacé par un autre élève de Bernard, Nestor Gréhant (1838-1910), qui conserva sa chaire jusqu'à sa mort (Louis Lapicque lui succéda). Gréhant effectua avec Quinquaud des recherches sur la respiration aux hautes altitudes, ou encore sur les effets du monoxyde de carbone, sujets typiquement bernardiens.

A coté des travaux menés dans le laboratoire dépendant de la chaire de physiologie, les recherches physiologiques connurent un grand développement au Muséum lorsque Chauveau fut appelé en 1886 à Paris pour succéder à Henri Bouley (1814-1885), au profit de qui avait été créée une chaire de pathologie comparée. Auguste Chauveau (1827-1917), ancien élève de l'Ecole Vétérinaire d'Alfort, avait été d'abord chef de travaux d'anatomie puis de physiologie à l'Ecole vétérinaire de Lyon, avant d'en devenir le directeur en même temps qu'il obtenait une chaire à la Faculté de médecine. Il s'était fait connaître par des travaux sur la physiologie cardiaque et sur la glycogénie hépatique ainsi que sur les vaccins, les sérums et les virus. Il souhaitait développer en parallèle des recherches physiologiques, destinées à élucider le mécanisme des effets provoqués par les agents pathogènes, et il réussit à obtenir de Berthelot, alors ministre, les crédits nécessaires à l'édification d'un bâtiment construit selon ses plans et bien équipé. Il put ainsi effectuer au Muséum des recherches sur des sujets très variés, et, reprenant ses anciennes recherches sur la fonction glycogénique, il apporta une contribution substantielle au problème de l'énergétique chez les animaux supérieurs. L'un de ses collaborateurs, Jules Tissot (1870-1950) effectua sous sa direction des recherches sur la respiration, inventant un nouveau gazomètre enregistreur très utile pour les mesures de métabolisme respiratoire.

*A la Faculté de médecine*

En 1872, à la suite du décès de François Achille Longet (1811-1871), qui s'était montré un contradicteur acharné de Magendie, puis de Claude Bernard, la chaire de physiologie de la Faculté de médecine fut attribuée à Jules Auguste Béclard (1819-1887), formé aux méthodes de la physique, qui avait apporté des contributions remarquées sur l'endosmose ainsi que sur les rapports entre la chaleur animale et la contraction musculaire. Bientôt Béclard fut appelé au décanat, et se déchargea de son enseignement sur un ancien élève de Bernard, Matthias Duval (1844-1907). En 1886, Duval obtint la chaire d'anatomie, et, après le décès de Béclard en 1887, la Faculté confia la chaire de physiologie à Charles Richet (1850-1935), qui avait préparé une thèse de science sur les ferments digestifs dans les laboratoires de Marey et de Berthelot au Collège de France ; il en fit un centre très actif de recherches physiologiques ; plusieurs de ses élèves – notamment Jean Paul Lucien Langlois (1862-1923) et Jean Camus (1872-1924) – travaillèrent sur la calorimétrie, chère à Richet, mais aussi sur les toxines, les vaccins, les hormones.

A côté de la chaire de physiologie, d'autres professeurs de la Faculté de médecine apportèrent également des contributions de valeur aux sciences physiologiques. On doit citer en premier lieu Vulpian (1826-1887), ancien préparateur de Flourens, qu'il avait suppléé de 1864 à 1866 ; Vulpian obtint d'abord la chaire d'anatomie pathologique, afin de développer les méthodes microscopiques dans cette discipline, puis fut transférée en 1872 dans la chaire de pathologie expérimentale et comparée ; en même temps qu'il créa avec Charcot le célèbre service de neurologie à la Salpêtrière, il continua de mener à bien de remarquables recherches expérimentales sur la physiologie et la pathologie nerveuse, parfois en compétition avec Claude Bernard. Certains de ses élèves, comme Hayem ou Roger, accomplirent eux aussi des recherches physiologiques importantes. On doit également mentionner des physiciens comme Jules Weiss (1859-1931), qui travailla sur l'électrophysiologie musculaire, des chimistes, comme Armand Gautier (1837-1920), des pharmacologues comme Jules Regnaud (1820-1895) et son successeur Gabriel Pouchet (1851-1938), des pathologistes comme Charles Bouchard (1837-1915) et Charles Eugène Quinquaud (1841-1914), qui imagina avec Gréhant une méthode de détermination du volume sanguin fondée sur la liaison du monoxyde de carbone avec l'hémoglobine, des histologistes comme Charles Robin (1821-1885) et son successeur Matthias Duval, ou encore Georges Hayem (1841-1933), qui inventa avec Ringer une solution saline équilibrée constituant un véritable sérum physiologique très employé au cours des opérations ou dans les expériences de perfusion d'organes. Bien d'autres noms pourraient encore être cités, qu'il s'agisse de Pierre Marie (1853-1940), professeur d'anatomie pathologique en 1908, qui

apporta une contribution décisive à la connaissance des fonctions de l'hypophyse, ou de Gustave Roussy (1874-1948), qui prit lui aussi une part active aux recherches endocrinologiques.

*A la Faculté des sciences*

Elève chéri de Claude Bernard, Paul Bert obtint la chaire de physiologie générale de la Sorbonne lorsque Bernard fut transféré au Muséum. Bert avait d'abord été l'élève de Gratiolet avant d'être celui de Claude Bernard ; juriste de formation, mais aussi naturaliste en même temps que médecin, il était admiratif des résultats fournis par la méthode graphique développée par Marey ; il put installer à la Sorbonne un laboratoire bien équipé, et entreprendre des recherches sur les effets de la pression barométrique, puis sur l'anesthésie, tout en menant à partir de 1871 une vie politique très active. Il réussit à mobiliser des collaborateurs dévoués, dont plusieurs essaimèrent un peu partout en France, qu'il s'agisse de Regnard, de Jolyet, de Blanchard, de Marc Laffont, de Paul Loye ou de Raphaël Dubois ; plusieurs de ces élèves avaient suivi l'enseignement de Bernard, et en propagèrent l'esprit. Mais Bert mourut à Hanoï, en 1886, et il fut alors remplacé par Albert Dastre, ancien élève de l'École Normale supérieure, qui avait été préparateur de Claude Bernard avant de devenir professeur suppléant de physiologie à la Sorbonne ; Dastre occupa la chaire jusqu'à son décès accidentel survenu en 1917, en veillant à maintenir les traditions bernardiennes. C'est dans ce laboratoire que Lopicque (qui sera le successeur de Dastre), Portier, André Mayer, et bien d'autres, firent leur apprentissage de physiologiste. Maurice Fontaine, qui fut l'élève et le successeur de Portier au Muséum, a évoqué à propos de Mayer l'atmosphère intellectuelle du laboratoire : « Il est accueilli dans l'une de ces équipes enthousiastes où étaient alors brassés les faits, exposés et discutés les idées nouvelles, aussi bien dans le domaine scientifique que dans ceux de la philosophie et de la sociologie. »<sup>6</sup> D'autre part, Henri-Etienne Beaunis (1850-1921), qui enseignait la physiologie à Nancy, fut appelé en 1889 à fonder à la Sorbonne un laboratoire de psychologie physiologique qui joua un rôle important dans le développement de cette spécialité.

*A l'École vétérinaire d'Alfort*

La physiologie est depuis toujours à l'honneur dans les écoles vétérinaires, où l'on dispose en abondance d'animaux d'expériences. Magendie était allé se familiariser avec la pratique expérimentale à Alfort. Au XIX<sup>ème</sup> siècle, des écoles physiologiques florissantes se sont établies à

---

<sup>6</sup> M. Fontaine, « Notice sur la vie et les travaux de André Mayer (1875-1956) [...] », *Académie des Sciences, Notices et Discours*, 1957-62, 4 : 57.

Lyon (où, après Rey, Chauveau a su établir un brillant centre de physiologie expérimentale, dirigé par Arloing après sa nomination au Muséum) ainsi qu'à Alfort, où nous trouvons Gabriel Colin (1825-1896), membre de l'Académie de médecine en 1865, bien connu pour avoir été le fougueux adversaire de Claude Bernard et de Pasteur (ainsi que de beaucoup d'autres, d'ailleurs), mais qui a à son actif quelques belles découvertes. La tradition de la recherche physiologique a perduré à Alfort, où, à la fin du siècle, Gustave Moussu (1864-1945), alors Chef de travaux, découvrit le rôle physiologique des glandes parathyroïdes, jusqu'alors confondues avec la thyroïde.

*Dans les autres établissements parisiens*

D'autres établissements qui furent créés à Paris à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle et au début du XX<sup>ème</sup> siècle disposaient de laboratoires propres. Ce fut le cas de l'Institut Pasteur, où Duclaux réussit à convaincre Camille Delezenne (1868-1932) de le rejoindre, alors qu'il était agrégé de physiologie à la Faculté de médecine de Montpellier aux côtés de Hédon, afin d'établir le laboratoire physiologique de l'Institut. Delezenne aura toute liberté pour étudier avec Frouin, Pozerski et d'autres collaborateurs le suc pancréatique, les venins, puis le rôle physiologique du zinc dans l'organisme. L'Institut Marey menait aussi son existence propre ; après Hugo Kronecker, la direction en revint en 1911 à un français, Charles Richet, qui la conserva jusqu'en 1935. Le personnel scientifique comprenait en qualité de sous-directeur Georges Weiss et Joachim Carvallo, auxquels succéda Lucien Bull en 1914. Enfin, Paul Portier (1866-1962) sera chargé d'animer, en 1911, le laboratoire de physiologie de l'Institut Océanographique qui venait d'être établi.

*La formation des chercheurs*

L'examen des carrières des physiologistes parisiens met en lumière la diversité des formations suivies : par exemple, Dastre était ancien élève de l'Ecole Normale supérieure et physicien de formation, alors que Weiss, qui aida Lapique et Bourguignon aux débuts de leurs recherches électrophysiologiques, était un polytechnicien et ingénieur des ponts et chaussées ; Gley accomplit simultanément des études médicales et littéraires à Montpellier, puis à Nancy, où il fut aide de physiologie ; il devint ensuite moniteur des travaux pratiques puis agrégé de physiologie à la Faculté de médecine de Paris, mais il remplit également des fonctions d'assistant au Muséum avant d'occuper la chaire de biologie générale du Collège de France.

*Les liens entre les chercheurs*

Des liens existaient entre les différentes équipes dont nous venons de parler. Les chercheurs (qui se rencontraient à la Société de biologie, comme

nous allons le voir) pouvaient accomplir leur travail dans plusieurs laboratoires lorsque la nature de leurs recherches l'exigeait. Ainsi, nous voyons Gley collaborer activement avec Camus sur les glandes endocrines, aussi bien qu'avec Charrin sur les toxines ; d'ailleurs Charrin multiplia les recherches en collaboration ; il publia avec plus de cinquante auteurs différents. Dans sa thèse sur les Elatérides lumineux, Raphaël Dubois remercia un grand nombre de spécialistes dont il avait sollicité le concours et chez qui il avait effectué certaines de ses recherches : Kunckel d'Herculais (Muséum), Vignal (laboratoire d'histologie du Collège de France), Etard, (Ecole municipale de Chimie), Bourbouze (laboratoire de géologie de la Faculté des sciences), sans oublier Léon Godard, agrégé des sciences physiques, qui l'aida dans l'étude de la composition spectrale de la lumière effectuée au moyen du spectrophotomètre de Goüy dont le laboratoire d'enseignement de physique de la Sorbonne possédait un exemplaire.<sup>7</sup>

Les collaborations impliquaient parfois des déplacements, sur lesquels nous sommes mal renseignés.<sup>8</sup> Après avoir soutenu sa thèse, Dubois effectua en 1886 un séjour à Heidelberg dans le laboratoire de Kühne, le grand maître de l'enzymologie (rappelons que Kühne avait en son temps fréquenté le laboratoire de Bernard). En 1878, nous assistons à une longue et fructueuse collaboration entre deux anciens élèves de Claude Bernard, Morat et Dastre ; le premier était alors professeur à la Faculté de médecine de Lille (il sera transféré à Lyon en 1882), le second était chef de travaux à la Sorbonne ; c'est à l'Ecole Vétérinaire de Lyon (là où s'étaient déroulées en 1861 les célèbres expériences de Chauveau et Marey sur les modalités de la contraction cardiaque enregistrée au moyen du sphygmographe) qu'ils effectuèrent leurs travaux sur les nerfs vaso-moteurs : « Nos recherches ont été exécutées dans le laboratoire de M. Chauveau, où nous avons trouvé des conditions exceptionnellement favorables au point de vue de l'instrumentation et du choix des sujets. »<sup>9</sup>

#### LES THEMES ETUDIES

Les thèmes étudiés par les physiologistes parisiens s'inscrivent d'abord dans le cadre de la physiologie médicale classique, largement tributaire de

---

<sup>7</sup> R. Dubois, *Contribution à l'étude de la production de la lumière par les êtres vivants. Les Elatérides lumineux*, Paris, Société Zoologique de France, 1886, cf. p. 106 (Aubert), 65 (Kunckel), 111 (Etard), 123 (Bourbouze), 113 (Godard).

<sup>8</sup> On trouve un certain nombre d'indications à ce sujet dans les dossiers des missions et bourses de voyage conservés aux Archives Nationales, qui mériteraient une étude systématique.

<sup>9</sup> J. P. Morat, A. Dastre, « Action du Sympathique cervical sur la pression et la vitesse du sang », *C. R. Acad. Sci.*, 1878, 87 (21) : 797-800.

l'expérimentation sur les animaux supérieurs. Les grandes fonctions, la circulation et la respiration, par exemple, et leur contrôle par le système nerveux, ont fait l'objet d'un grand nombre de travaux. Les investigations sur le fonctionnement du système nerveux, sur les voies motrices dans la moelle épinière, sur l'existence des localisations cérébrales, ont continué sur la lancée impulsée par Brown-Séquard, et l'apport des cliniciens et des anatomo-pathologistes a d'ailleurs été reconnu par les physiologistes.<sup>10</sup> Ces recherches ont été facilitées par le développement de la méthode graphique. On rappellera que si elle a été inventée par un amateur de météorologie au XVIII<sup>ème</sup> siècle, Pajot d'Onsbray, puis utilisée par les physiciens, elle a été employée pour la première fois en physiologie par Ludwig en 1847, puis par Vierordt et Helmholtz, et elle reçut dans cette discipline, grâce à l'action de Marey, un développement considérable. Les expérimentateurs parisiens, qu'ils fussent ou non les élèves directs de Marey, ont eu recours de plus en plus aux appareils enregistreurs, ainsi qu'à la photographie. Les mémoires publiés à cette époque étaient d'autant plus appréciés qu'ils présentaient des enregistrements servant de preuve objective des faits exposés, parce que l'organisme écrit ainsi sa propre histoire. Il en résulta de nouvelles exigences en matière de preuve. Alors que Claude Bernard avait exprimé ses réticences envers la confiance aveugle témoignée dans les résultats obtenus au moyen d'appareils pas toujours fiables, ainsi que dans les moyennes chiffrées, ses propres élèves inventèrent des appareils, et on assiste en cette fin de siècle, à Paris comme dans toute l'Europe, à la prévalence grandissante des enregistrements : au témoignage des spectateurs réunis autour d'une table d'expérience vint se substituer l'enregistrement graphique des phénomènes, bientôt suivi par une comptabilisation des données (toutefois, leur exploitation statistique ne sera mise en œuvre qu'au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle).<sup>11</sup> Le statut moral du chercheur en a été profondément modifié.

A côté de cette physiologie fonctionnelle, on voit apparaître des recherches qui étaient plus directement en rapport avec les préoccupations de Claude Bernard. Ce dernier avait développé, comme on le sait, une conception de la physiologie basée sur l'existence d'un milieu intérieur

<sup>10</sup> E. Gley, [La Société de Biologie et l'évolution des sciences biologiques en France de 1849 à 1900] Rapport présenté à la séance du cinquantenaire de la Société, *Comptes Rendus de la Société de Biologie*, 1899, 51 : 1011-1080, cf. p. 1040 [repr. dans E. Gley, *Essais de philosophie et d'histoire de la biologie*, Paris, Masson, 1900, p. 168-312, cf. p. 228].

<sup>11</sup> Voir à ce sujet C. Bange, « Expérimentation physiologique et observation clinique : quelle était la nature des données tenues pour démonstratives aux débuts de la physiologie endocrinienne (1880-1920) ? » *Bull. Hist. Epistém. Sc. Vie*, 1999, 6 (2) : 271-293.

permettant aux organismes qui en sont pourvus de mener une vie libre et en quelque sorte indépendante des conditions du milieu ambiant. La composition du sang, l'influence des changements induits par les facteurs du milieu (tels que la température, la composition chimique de l'atmosphère, la pression barométrique, pour n'en citer que quelques-uns), vont donc constituer des sujets de choix pour les disciples de Bernard. A titre d'exemples, on mentionnera les recherches de Dastre sur l'hyperglycémie provoquée par l'asphyxie, de Paul Bert sur les gaz du sang, de Gréhant et Quinquaud sur l'asphyxie (1883), de Richet sur l'asphyxie (1879, 1883, 1898).

Des thèmes qui paraissent nouveaux, et qui sont en fait dans le prolongement de cette physiologie générale chère à Bernard et ses élèves, firent leur apparition : le travail musculaire fut étudié par Richet, les phénomènes électriques dont les muscles et les nerfs sont le siège firent l'objet de recherches très élaborées par D'Arsonval, qui mit au point tout un appareillage en vue d'en préciser l'étude, et ce chantier fut repris par Weiss et surtout par Lapicque et Mme Lapicque, née Hérédia. La calorimétrie fut développée par D'Arsonval (1877-94) ainsi que par Richet (1884-85). Les liens entre la production de travail et de chaleur et le métabolisme oxydatif, qui avaient été établis par les ingénieuses expériences de Lavoisier et Laplace à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, furent examinés en détail ; Chauveau démontra quel était le rôle métabolique des glucides, et insista sur la nécessité de respecter un équilibre entre les différentes catégories d'aliments.

Mais deux séries de travaux allaient bouleverser l'idée que l'on se faisait du fonctionnement intime de l'organisme. D'une part, Raphaël Dubois, opérant au Havre, puis à Paris, montra que la production de lumière par les organismes vivants (en l'occurrence, des insectes lumineux appartenant à la famille des Elatérides et au genre *Pyrophorus*, puis des mollusques et des bactéries lumineuses) était imputable à l'action d'un enzyme, qu'il nomma luciférase, sur un substrat auquel il donna le nom de luciférine ; il réussit à isoler ces substances, et il put ainsi reproduire la réaction dans un tube à essai. C'était la première fois qu'un phénomène physiologique que l'on croyait subordonné à la vie même de l'organisme lumineux se présentait sous l'aspect d'une réaction physico-chimique, quinze ans avant l'expérience demeurée célèbre de Büchner démontrant, (contre l'opinion vitaliste qu'avait soutenue par Pasteur malgré les réserves de Bernard), la possibilité de réaliser *in vitro* la fermentation alcoolique. Ce fait et d'autres résultats du même ordre (notamment la découverte de la laccase par Gabriel Bertrand (1894), l'étude des oxydases par Jaquet, Bourquelot, Abelous, Biarnès, les nombreux travaux relatifs à la thermogenèse (Berthelot, Kaufmann, Laulanié, Lefèvre et quelques autres auteurs), conduisirent les physiologistes à admettre, comme



l'écrivit Gley en 1899, que « l'activité protoplasmique se réduit à l'exercice des propriétés essentielles d'une substance définie et des influences qui mettent en jeu ces propriétés [...] A chaque fonction correspond donc un instrument qui n'est autre chose qu'une substance douée d'une action chimique spéciale. »<sup>12</sup>

A l'appui de cette manière de voir, les sécrétions internes apportèrent une contribution majeure : le concept avait été défini par Bernard à propos de la libération du glucose par le foie ; il s'agissait là d'une substance trophique mise en circulation dans le sang, et de rien d'autre, même si Bernard avait émis l'idée que les autres glandes pouvaient contribuer aussi à la formation du sang, sans toutefois appuyer cette hypothèse par le moindre fait expérimental. Bernard ne leur assignait aucune fonction régulatrice dans l'organisme vivant ; c'était pour lui le système nerveux qui remplissait ce rôle. En 1889, Brown-Séquard, avec la collaboration d'Arsène d'Arsonval, montra que l'administration à l'homme d'extraits testiculaires exerçait une influence bénéfique sur l'état de santé des vieillards, et il en déduisit que ces extraits contenaient des substances susceptibles d'améliorer le fonctionnement du système nerveux ; très rapidement, ayant multiplié les expériences, et prenant l'exemple des toxines fabriquées par les microbes, les deux auteurs énoncèrent l'idée décisive que les glandes sans canaux excréteurs, et même tous les tissus de l'organisme, peuvent libérer dans le sang des produits de sécrétion interne jouant un rôle spécifique, et pas seulement trophique. Brown-Séquard put reprendre ses anciennes expériences de surrénalectomie et il obtint la survie des animaux en leur administrant des extraits surrénaux. Ces travaux suscitérent, en France et dans le monde entier, d'innombrables recherches qui, en quelques années, allaient mettre au jour le rôle insoupçonné exercé dans l'organisme par les glandes sans canaux excréteurs, au moyen de leurs sécrétions endocrines (l'adjectif fut créé par Laguesse à propos du pancréas en 1893<sup>13</sup>), et montrer qu'à côté des régulations nerveuses, il fallait prendre en compte les corrélations hormonales.<sup>14</sup> Alors que Dastre, le titulaire de la chaire de Physiologie à la Sorbonne, qui se posait en défenseur de la mémoire de son maître Claude Bernard, restait à l'écart des recherches initiées par Brown-Séquard sur les sécrétions des glandes sans canaux excréteurs, dans lesquelles il ne voyait qu'une banale application du concept bernardien de sécrétion interne, les travaux d'autres physiologistes parisiens tels que Gley,

<sup>12</sup> E. Gley, *La Société de Biologie*, op. cit. n. 10, p. 247.

<sup>13</sup> E. Laguesse, « Sur la formation des îlots de Langerhans dans le pancréas », *C.R. Soc. Biol.*, 1893, 45 : 819-820.

<sup>14</sup> Voir C. Bange, R. Bange, « L'élaboration du concept de corrélation fonctionnelle entre 1890 et 1914 », *Bull. Hist. épistém. Sc. Vie*, 1996, 3, (2), 155-177.

Moussu, Langlois, Camus, effectués à Paris dans la décennie 1890, contribuèrent puissamment à ouvrir ce domaine nouveau qui, grâce aux travaux des physiologistes anglais Schaeffer (mise en évidence des effets hypertenseurs des extraits surrénaliens), et Bayliss et Starling (découverte de la sécrétine), allait définitivement se constituer après 1902 et constituer l'endocrinologie. La contribution des physiologistes parisiens restera ensuite très significative, qu'il s'agisse de Gley ou bien de Hallion qui confirma au moyen d'une élégante expérience de circulation croisée le bien-fondé des travaux de Bayliss et Starling sur le rôle exercé par la sécrétine dans le déclenchement de la sécrétion pancréatique.

#### CONCLUSION : RETOUR A CLAUDE BERNARD

L'exposé (forcément incomplet) des thèmes traités par les physiologistes parisiens à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle montre la diversité des approches et des sujets traités, souvent bien éloignés, en apparence, de ceux qui étaient à l'honneur au temps de Claude Bernard. Certes, lorsque Paul Bert disparut, huit ans après la mort de Claude Bernard, ce sont moins les disciples immédiats du maître disparu (faisons toutefois exception pour D'Arsonval, mais il suivait sa propre voie), que Marey, Brown-Séquard, Charles Richet et leurs écoles qui occupèrent le terrain. En 1893, Raphaël Dubois ne manqua pas de déplorer l'état dans lequel se trouvait, selon lui, « la physiologie générale, cette science si française puisqu'elle a été créée par Claude Bernard, et pourtant si délaissée chez nous depuis la mort de l'illustre physiologiste. »<sup>15</sup>

A certains points de vue, cette remarque n'est pas entièrement inexacte. La mort de Claude Bernard a été le signal d'une certaine redistribution des cartes sur le plan institutionnel. Si les élèves de Bernard ont poursuivi leurs recherches en continuité de pensée avec le maître disparu, tout en affirmant leur personnalité propre (ce fut notamment le cas de Paul Bert puis de Dastre à la Sorbonne, et de leurs élèves, nourris dans la tradition bernardienne), d'autres chercheurs, jusqu'alors quelque peu isolés ou délaissés, se sont affirmés, à commencer par Brown-Séquard qui succéda à Bernard au Collège de France, cependant qu'éclata au grand jour l'importance d'équipes indépendantes (telles celles de Marey ou de Chauveau). Les transformations qui en résultèrent n'ont pas échappé au regard d'Eugène Gley lorsqu'il rédigea son Rapport sur les cinquante premières années de la Société de Biologie, publié en 1899. En liaison avec le développement de disciplines nouvelles, comme la microbiologie et l'histologie expérimentale, elles débouchèrent sur l'exploration de nouveaux domaines (l'endocrinologie et

<sup>15</sup> R. Dubois, « La physiologie générale » [Leçon d'ouverture du cours de Physiologie générale et comparée de l'Université de Lyon], *Revue scientifique*, 1893, 51 : 617-623.

l'immunologie naquirent précisément à cette époque, pour une large part à Paris), tout à la fois en rénovant des concepts de Bernard en voie d'oubli (par exemple le concept de sécrétion interne) et en rompant avec certaines des exclusives bernardiennes.

Rappelons que Cl. Bernard estimait que les mécanismes à l'œuvre chez les êtres vivants, même si ils relevaient du déterminisme auquel était soumis les phénomènes physiques et chimiques, étaient suffisamment spéciaux pour que certaines de leurs modalités – celles de la synthèse – échappassent à la curiosité des chercheurs<sup>16</sup> ; il avait assuré que l'on ne parviendrait jamais à connaître le mécanisme de l'hérédité ; il ne s'intéressait guère aux débats qui agitaient une partie du monde scientifique au sujet de l'évolution, puisque l'étude expérimentale de celle-ci lui paraissait impraticable. Ces bornes posées à la science, au nom du principe que le physiologiste est un expérimentateur qui, pour être efficace, ne doit s'intéresser qu'au déterminisme des phénomènes, n'ont pas manqué d'influencer durablement les biologistes. Par exemple, Dubois remarquera, à propos de la biophotogénèse dont il venait d'élucider le mécanisme, que « le processus photogénique est donc plutôt de nature biologique que chimique dans le sens strict du mot », adoptant ainsi les vues d'Émile Duclaux, pour qui l'enzyme est un agent, mais non une substance chimiquement définie.

Cependant, même si la génétique ou l'écologie se sont érigées en sciences autonomes en partie sous d'autres cieux, et avec les limitations que cette situation comportait, certains physiologistes parisiens ont accompli de fructueuses incursions dans les domaines si prometteurs de la chimie physiologique, de l'hérédité, de l'embryogénie.

Quant à la pratique proprement physiologique, elle a incontestablement subi des transformations à cette époque. Ainsi, alors que Cl. Bernard ne manquait pas, dans le cadre de ses études, de procéder à une large enquête à travers le monde vivant, tant végétal qu'animal, afin d'obtenir une vue aussi générale que possible des processus physiologiques, et aussi de sélectionner le matériel d'étude le plus approprié à tel ou tel type de recherches, les physiologistes parisiens des dernières décennies du XIX<sup>ème</sup> siècle semblent

---

<sup>16</sup> « Les phénomènes de la vie, considérés dans leurs formes diverses de manifestation et dans leur nature intime, ont à la fois une spécialité de formes qui les distingue comme phénomènes de la vie et une communauté de lois qui les confond avec tous les autres phénomènes du monde cosmique. Je reconnais en d'autres termes à tous les phénomènes vitaux des procédés spéciaux de manifestation ; mais en même temps je les considère aussi comme dérivant tous des lois générales de la mécanique et de la physico-chimie ordinaires. » (C. Bernard, « Le problème de la physiologie générale », dans *La Science expérimentale* ; Paris, J. B. Baillière, 1878, p. 99-148, cf. p. 113).

s'être limités de préférence aux investigations poursuivies sur le chien, le lapin et la grenouille ; les vertébrés offraient des modèles transposables à l'homme, et c'est surtout ce qui intéressait les physiologistes se trouvant en rapport avec les milieux médicaux.

Cependant, il convient de nuancer cette remarque : Charles Richet, qui avait à plusieurs reprises opéré sur des poissons, ne manqua pas l'occasion d'engager une collaboration scientifique avec le jeune Portier lorsqu'il participa avec lui à une croisière à bord de la *Princesse Alice* à l'invitation du Prince Albert de Monaco, en vue d'étudier le mécanisme de l'intoxication provoquée par le contact avec les filaments de la Physalie. Ce fut pour eux l'occasion de découvrir en 1901 le phénomène de l'anaphylaxie, qui devait valoir à Richet l'attribution du Prix Nobel en 1913. Il s'agit là d'un processus fondamental dans les défenses de l'organisme, dont la découverte a montré tout l'intérêt des études de physiologie générale et comparée. L'installation d'un laboratoire de recherches physiologiques à l'Institut Océanographique, fruit de l'amitié que le Prince Albert portait à un de ses anciens camarades, Regnard, élève de Paul Bert, allait permettre par la suite la réalisation sous la direction de Portier de recherches singulièrement fructueuses dans le domaine de la physiologie générale et comparée. À l'Institut Océanographique et au Muséum, Portier sera un artisan éminent de la physiologie comparée au sens où l'entendait Bernard.

Ainsi, sans être toujours explicitement reconnu, l'ascendant de Claude Bernard demeurait plus important qu'on ne pourrait le croire, et loin d'avoir été un frein, la mise en oeuvre de la méthode expérimentale prônée par Bernard s'est avérée un moyen toujours efficace au service de la recherche physiologique.

Émile Duclaux : 1840-1904
---------------------------

Michel Morange\*

RESUME. Emile Duclaux fut le plus proche collaborateur de Louis Pasteur, et son successeur à la tête de l'Institut. Pourtant, Duclaux a une place limitée dans la mémoire scientifique. Ses multiples activités, tant dans le champ scientifique que dans le domaine politique, l'auraient empêché de produire une œuvre scientifique majeure.

Cet article vise à tempérer ce jugement sévère. Les résultats obtenus par Duclaux ne lui ont pas toujours été attribués. La diversité des études qu'il a accomplies lui a permis d'avoir une vision originale des relations entre les agents infectieux et le terrain sur lequel ils se développent, qui s'imposera dans la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle. Les raisons de l'engagement politique de Duclaux méritent aussi d'être rappelées.

MOTS CLES : adaptation enzymatique, Institut Pasteur, microbiologie, Affaire Dreyfus

\*\*\*

ABSTRACT. Emile Duclaux was the closest collaborator of Pasteur, and his successor at the Head of the Institute. Nevertheless, the role of Duclaux is completely ignored by contemporary biologists and lay people. The numerous and diverse scientific and extra-scientific (political) activities of Duclaux are considered as obstacles to the production of an important scientific contribution.

In this contribution, I will challenge this negative image. Duclaux obtained important scientific results, but they were not attributed to him. The diversity of scientific questions he addressed permitted him to propose a new conception of the relations between infectious agents and diseases, which will become dominant in the first half of the XX<sup>th</sup> century. The reasons that pushed Duclaux towards a political engagement deserve also to be studied.

KEYWORDS : enzymatic adaptation, Pasteur Institute, microbiology, Captain Dreyfus

\*\*\*

Né à Aurillac dans une famille modeste (père huissier, mère épicière), Emile Duclaux monte à Paris en 1857 pour préparer le concours d'entrée à l'École normale supérieure. Il est reçu en 1859 à la fois à l'École Polytechnique et à l'École normale supérieure, et il opte pour cette dernière.

---

\* Centre Cavallès, ENS.

Nommé agrégé préparateur, il travaille avec Louis Pasteur sur la génération spontanée. Pasteur estimait beaucoup Duclaux qui était, comme lui, d'origine modeste. Duclaux est nommé Maître de Conférences en Chimie à l'Université de Clermont-Ferrand en 1867, puis Professeur de Physique à Lyon en 1873, avant de revenir à Paris comme Professeur de Physique et de Météorologie à l'Institut Agronomique. Il donne en parallèle un cours de Chimie Biologique à La Sorbonne, où il est ultérieurement nommé Professeur. Sous-Directeur de L'Institut Pasteur à sa création en 1887, il en devient le Directeur à la mort de Pasteur en 1895 (Roux 1904).

Duclaux fut le premier élève de Pasteur, et resta toute sa vie son plus proche collaborateur. Il participa à plusieurs de ses recherches, sur la génération spontanée, la fermentation de la bière, et les maladies du ver à soie. Il écrivit des ouvrages qui jouèrent un rôle majeur dans l'essor de la nouvelle discipline microbiologique, tel son monumental *Traité de Microbiologie*. Son rôle dans l'organisation de l'Institut Pasteur, puis dans son rapide développement avec, en particulier, la création d'un Hôpital et d'un Département de Chimie Biologique, n'est nié par personne : Pasteur, âgé et handicapé par la maladie, n'en aurait pas été capable. C'est Duclaux, et non Pasteur, qui donna à l'Institut son âme. Tout cela aurait dû lui donner une place majeure dans le Panthéon scientifique. Tel ne fut pas le cas, comme en témoigne la discrétion des manifestations qui ont accompagné le centenaire de sa mort en 2004. Certaines raisons de cette absence de reconnaissance sont conjoncturelles. D'autres sont plus intéressantes, car révélatrices d'une vision trop étroite de ce qu'est la science. L'exemple de Duclaux montre que des contributions qui sont décisives pour le progrès de la science, mais qui ne conduisent pas à une découverte, ne sont pas reconnues par la communauté scientifique.

#### QUELQUES EXPLICATIONS CONJONCTURELLES

Une première explication est l'absence de « découvertes » faites par Duclaux. Il a produit beaucoup de résultats, mais aucun de ceux-ci n'a pu être élevé au rang de découverte. Il n'en a pas été de même pour d'autres collaborateurs de Pasteur : Émile Roux a démontré l'efficacité de la sérothérapie anti-diphtérique, et Albert Calmette prépara le vaccin contre la tuberculose (BCG). Même Charles Chamberland est mieux connu que Duclaux pour sa mise au point d'un filtre retenant les microbes qui fut, pendant les premières décennies du XX<sup>ème</sup> siècle, le principal critère pour distinguer les virus (qui passaient à travers le filtre « Chamberland ») des bactéries. Quant à Louis Thuillier, il a laissé son nom car il eût la « chance » de mourir du choléra en Égypte, où il était parti missionné par Pasteur pour découvrir l'agent responsable de cette maladie.

La découverte principale de Duclaux, celle de l'adaptation enzymatique, passa inaperçue. Il s'agit de la capacité qu'ont certains microorganismes de fabriquer les enzymes nécessaires à l'utilisation d'une source nutritive lorsqu'ils sont mis en présence de celle-ci. Ce phénomène a une place particulière dans l'histoire de la biologie moléculaire car il fut à l'origine de la découverte des mécanismes de régulation de l'expression génétique. Longtemps attribuée à Henning Karström (Karström 1938), cette découverte fut récemment réattribuée à Frédéric Dienert (Dienert 1900), qui publia ses résultats dans les *Annales de l'Institut Pasteur* dirigées par... Duclaux. Plus récemment encore, il a été proposé que cette découverte avait été accomplie par le laboratoire de Pfeffer en 1900 (Bünning 1977).

La description de l'adaptation enzymatique se trouve dès 1899 dans le cinquième chapitre du deuxième tome du *Traité de Microbiologie*. Perdue dans les milliers de pages de ce Traité, décrite sans beaucoup de précisions expérimentales et avec une certaine ambiguïté par Duclaux qui ne dit pas clairement s'il s'agit d'une synthèse ou d'une sécrétion, elle passera inaperçue (Duclaux 1899). Duclaux n'était pas le genre de chercheurs à se battre pour voir reconnaître son antériorité, lui qui voyait la force de la science dans sa capacité à progresser et à se renouveler en permanence.

L'absence de découvertes attachées au nom de Duclaux trouve aussi simplement son origine dans le fait que beaucoup de ses travaux ont été conduits en collaboration avec Pasteur, et attribués au « Maître ». Cette absence de reconnaissance est particulièrement criante dans le cas des travaux sur la fermentation de la bière, qui presque tous furent menés à Clermont-Ferrand, et dans des brasseries de la région, lorsque Duclaux y était Professeur.

Les biographes de Duclaux ont aussi dévalorisé sa contribution personnelle. Plus que toute autre, sa seconde épouse participa à la genèse de cette légende noire : non en niant ses capacités d'organisateur, et sa « bonté », mais en le décrivant comme un esprit « moins inventif que pénétrant » (Duclaux 1906). On ne peut comprendre ce portrait de Duclaux, que par opposition avec celui de Pasteur. Duclaux a d'ailleurs été décrit comme le « Saint Paul » de la nouvelle science. Derrière l'éloge apparent, la même image négative « à l'ombre de Pasteur » (Loir 1938) est proposée par Émile Roux dans la notice nécrologique qu'il rédige dans les *Annales de l'Institut Pasteur* (Roux 1904) et par Albert Delaunay dans l'article consacré à Duclaux dans le *Dictionary of Scientific Biographies* : « Sa renommée dérive moins de ses découvertes que des liens étroits qui le lièrent à Pasteur et à ses disciples pendant toute sa vie » (Delaunay). Plus récemment, certains historiens ont conforté cette légende en trouvant d'autres raisons d'opposer

les qualités de Pasteur à celles de ses plus proches collaborateurs. Pour Gerald Geison, ces derniers étaient tous de piètres savants, et la création de la légende pasteurienne était pour eux la meilleure stratégie pour masquer leur faiblesse (Geison 1995). Ce portrait « en creux » de Duclaux s'accorde mal pourtant avec le rôle actif qu'il joua dans l'Affaire Dreyfus (voir plus loin). Cette image de bonté, tirant vers la mièvrerie, ne correspond pas non plus au ton de ses lettres, ni aux critiques parfois sévères qu'il fait des manuscrits soumis pour publication aux *Annales de l'Institut Pasteur*.

#### UNE ŒUVRE DISPERSÉE

Deux autres critiques adressées à Duclaux sont plus intéressantes car elles révèlent une certaine image de la science et des scientifiques, mais aussi une incompréhension des rapports entre la connaissance scientifique et l'organisation de la Société.

La première critique porte sur la dispersion des efforts de Duclaux. Il est vrai que la diversité de ses travaux est étonnante : étude des propriétés des enzymes, alors appelées diastases ; recherches microbiologiques sur le lait et le fromage ; travaux sur les maladies engendrées par les microorganismes ; études de chimie organique, de chimie physique (sur la tension superficielle, la pression osmotique) ; études de météorologie. Dans cette dispersion, il faut inclure les nombreux travaux « appliqués » que réalise Duclaux : sur le lait et les fromages (déjà mentionnés), le rôle des microorganismes du sol dans la nutrition des plantes, mais aussi sur les différentes méthodes de stérilisation – avec la démonstration importante, source de nombreuses applications ultérieures, de l'utilité des rayons ultraviolets pour la stérilisation. On considère généralement que c'est grâce à Duclaux que l'on trouve tant de lampes UV dans les chambres d'hôpital et les laboratoires de biologie. Cette dispersion « désorganisée » s'oppose à celle de Pasteur qui suit une progression logique, de la description chimique aux applications médicales (Dagognet 1994).

Ce jugement négatif doit être révisé. C'est l'ampleur de ses connaissances, non seulement théoriques mais surtout pratiques, qui permit à Duclaux d'être, parmi les premiers pasteurien, celui qui avait la vision la plus juste du rôle des germes pathogènes dans la genèse des maladies infectieuses, et, par là, le mieux à même de dicter les mesures adaptées à la lutte contre ces maladies infectieuses. Il diffusa les principaux résultats de la nouvelle microbiologie dans un ouvrage *Ferments et maladies* qui eût un grand succès (Duclaux 1882). Mais c'est dans son livre *L'hygiène sociale*, publié en 1902, que l'on voit le mieux comment l'ampleur de sa vision permet à Duclaux de proposer les mesures les mieux adaptées à chaque maladie infectieuse (Duclaux 1902 ; Debru 1991).



Duclaux entreprend une transformation et une adaptation des principes de la microbiologie qui sera ultérieurement développée par d'autres pasteuriens comme Albert Calmette et Charles Nicolle (sans, d'ailleurs, que ces derniers ne reconnaissent leur dette), et qui devint progressivement dominante dans la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle (Mendelsohn 1998). Alors que, pour les premiers pasteuriens, la cause de la maladie est la présence du germe pathogène, le milieu prend progressivement une place croissante. Pour Duclaux, le développement d'une épidémie est la rupture d'un équilibre entre le germe pathogène et le milieu humain dans lequel il se développe. Pour comprendre la raison de ces équilibres, et l'origine de ces déséquilibres, de multiples connaissances sont nécessaires, incluant mais allant bien au-delà de la seule connaissance du germe pathogène. Dans beaucoup de cas, ce sont les êtres humains qui sont à l'origine des déséquilibres, par les grands travaux qu'ils réalisent, ou simplement par leurs déplacements et leurs changements de comportement. Duclaux en a donné une magnifique illustration dans *L'hygiène sociale* lorsqu'il considère les mesures à prendre pour lutter contre l'ankylostomiase, maladie parasitaire qui frappe les mineurs du Nord de la France et de Belgique. L'histoire de la maladie, sa propagation par les ouvriers qui, après avoir participé au percement des grands tunnels ferroviaires sous les Alpes, s'embauchent dans les mines de charbon, mais également les comportements et les mentalités des mineurs, sont aussi importants que la connaissance du parasite et de son cycle de vie pour mettre en place les mesures qui feront reculer l'incidence de la maladie.

Des mesures, même peu efficaces, peuvent se révéler décisives pour empêcher la propagation d'une épidémie. Des techniques grossières de filtration de l'eau, incapables de retenir tous les germes pathogènes, peuvent néanmoins être suffisantes.

On peut aussi inclure dans la « dispersion » que l'on reproche à Duclaux la rédaction de ses ouvrages et la lecture des nombreux articles publiés dans la revue *Les Annales de l'Institut Pasteur* qu'il dirigea, mais aussi les nombreux cours qu'il donna, et les conférences qu'il fit dans les Universités populaires. Par ces activités « périphériques », il contribua sans doute autant, pourtant, à la diffusion de la microbiologie et son développement futur que s'il était resté dans son laboratoire. N'avons-nous pas tendance à faire du fonctionnement actuel de la science, avec son hyper-spécialisation, un modèle, alors que d'autres formes d'organisation du travail scientifique seraient possibles, et même souhaitables ? Le temps passé à l'organisation de l'Institut Pasteur, dans les moindres détails de laquelle entra Duclaux, allant même jusqu'à organiser une cantine « Le Microbe d'or » pour pallier l'absence de restaurants dans le quartier de l'Institut, ne fut pas non plus

perdu. Car c'est cette organisation, la liberté laissée aux chercheurs, qui permirent les succès scientifiques de cette Institution.

#### DES ACTIVITES EXTRASCIENTIFIQUES

Ce qui, probablement, ternit le plus parmi ses Collègues la réputation scientifique de Duclaux fut le temps qu'il consacra à la défense du Capitaine Dreyfus. Il intervint dans de multiples réunions, fut très actif au sein de la Ligue des droits de l'homme, et alla même jusqu'à « faire le coup de poing » contre les anti-dreyfusards.

Pourtant, l'engagement de Duclaux fut un engagement scientifique. Appelé à se prononcer sur les preuves retenues contre Dreyfus, c'est comme scientifique qu'il en montra la fragilité : aucun scientifique ne pourrait s'appuyer sur des preuves aussi faibles pour bâtir de nouvelles théories. Duclaux considérait son engagement comme celui d'un savant, formé par son activité professionnelle à user d'une rationalité exigeante, et désireux de faire bénéficier les autres activités humaines, et en particulier celles liées à l'organisation de la société, de cette même exigence.

C'est au nom de cette rationalité exigeante que Duclaux considérait que la vérité était toujours supérieure au mensonge qu'aucun souci apparent du bien public ne pouvait justifier. Il n'hésita pas à écrire que l'alcool était un aliment – résultat qu'il pensait bien démontré scientifiquement -, même s'il était parfaitement conscient des méfaits résultant d'un abus de sa consommation : attitude que lui reprochèrent ses confrères de l'Académie. Une telle volonté de se laisser guider par la vérité scientifique, quelle qu'elle soit, et aussi dure qu'elle soit, n'est pas très différente de ce que Jacques Monod appela « l'éthique de la connaissance » dans les dernières pages de son ouvrage *Le hasard et la nécessité* (Monod 1970).

C'est le même souci de la vérité scientifique dont fait preuve Duclaux dans sa biographie de Pasteur, publiée un an après la mort de ce dernier (Duclaux 1996). Duclaux ne cache ni les défauts de Pasteur, ni ses erreurs. Les biographes ultérieurs de Pasteur puiseront largement dans cette biographie sans, à nouveau, citer Duclaux.

De même, quand Eduard Büchner démontra en 1887 que l'on pouvait fermenter les sucres *in vitro*, en l'absence d'organismes vivants, beaucoup des collaborateurs de Pasteur virent dans ce résultat un camouflet *post mortem* pour le Maître, qui avait tant insisté sur le rôle des organismes vivants dans la fermentation. Duclaux, lui, accueillit cette découverte avec enthousiasme.

Quelques années après la fin d'un siècle qui a vanté les futurs supposés radieux, et a été peu regardant sur les moyens de les atteindre et les mensonges qu'ils impliquent, nous sommes sans doute bien placés pour voir la profonde actualité de la pensée de Duclaux.

#### Remerciements :

Je suis reconnaissant à Mme Annick Perrot, Directrice du Musée de l'Institut Pasteur, de m'avoir fait découvrir et communiqué un grand nombre de documents sur Duclaux.

#### RÉFÉRENCES

- Bünning E (1977) Fifty years of research in the wake of Wilhelm Pfeffer. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 28 1-22
- Dagognet F (1994) *Pasteur sans la légende* (Paris : Les empêcheurs de penser en rond)
- Debru C (1991) Actualité d'Emile Duclaux in Morange M ed. *L'Institut Pasteur : Contributions à son histoire* (Paris : La Découverte), p. 108-117
- Delaunay A (1981) Article Duclaux in *Dictionary of Scientific Biography*, C C Gillispie ed. (New York : Charles Scribner's sons)
- Dienert F 1900 Sur la fermentation du galactose et sur l'accoutumance des levures à ce sucre. *Ann. Inst. Pasteur* 14 139-189
- Duclaux E (1882) *Ferments et maladies* (Paris : Masson)
- Duclaux E (1996) *Pasteur, histoire d'un esprit* (Sceaux : Charaire)
- Duclaux E (1899) *Traité de Microbiologie II. Diastases, toxines et venins* (Paris : Masson), p. 83-93
- Duclaux E (1902) *L'Hygiène sociale* (Paris : Félix Alcan)
- Duclaux M (1906) *La vie d'Emile Duclaux* (Laval : Barnéoud)
- Duclert V (1996) Article « Duclaux » in Julliard J et Winock M eds, *Dictionnaire des intellectuels français* (Paris : Le Seuil)
- Geison G 1995 *The private science of Louis Pasteur* (Princeton : Princeton University Press)
- Karström H (1938) Enzymatische adaption bei mikroorganismen. *Ergeb. Enzymforsch.* 7 350-376
- Loir A (1938) *A l'ombre de Pasteur* (Paris : Le mouvement sanitaire)
- Mendelsohn J A (1998) From eradication to equilibrium : How epidemics became complex after World War I in *Greater than the parts : Holism in biomedicine, 1920-1950*, Lawrence C and Weisz G eds. (New York : Oxford University Press)
- Monod J (1970) *Le hasard et la nécessité* (Paris : Le Seuil)
- Roux E (1904) Notice sur la vie et les travaux d'Emile Duclaux. *Ann. Inst. Pasteur* 18 337-362



Serge Voronoff (1866-1951) : l'ambiance parisienne biomédicale  
entre xénogreffes, querelle de l'interstitiel et néo-malthusianisme

Jean-Louis Fischer\*

RESUME : Dans les années 1920-1930, le chirurgien Serge Voronoff (1866-1951) et ses disciples parisiens ont greffé du testicule de singe chez l'homme (xénogreffe). Ces xénogreffes étaient destinées aux hommes affaiblis désirant reprendre des forces physiques et une activité intellectuelle. Plusieurs centaines d'hommes à Paris ont reçu des greffons de testicules de chimpanzé ou de babouin, et plusieurs milliers dans le monde entre les années 1920 fin 1930. Trois Maisons de santé parisiennes pratiquaient ce genre de greffe. Les contextes scientifique, médical, social sont évoqués, ainsi qu'une possible contamination de l'homme, à cette époque, par le du virus simien du « sida ».

MOTS CLEFS : greffes, xénogreffes, singes, Chimpanzé, babouin, opothérapie, hormones, testicules, sida, chirurgie...

\*\*\*

ABSTRACT : In the 1920s, the surgeon Serge Voronoff (1856-1951) and his parisian disciples grafted monkey testicles on man (xenografts). Such xenografts were intended for weakened men who wanted to recover their physical strength and their intellectual activities. Many hundreds of men in Paris and thousands in the entire world were rafted in the 20s and 30s. Three clinics in Paris practised such grafts. We deal with the scientific, medical and social context, as well as a possible contagion of man, at that time, by the virus of aids.

KEYWORDS : grafts, xenografts, monkeys, chimpanzee, baboon, opotherapy, hormone, testicles, aids, surgery

\*\*\*

Serge Voronoff, a déjà fait l'objet d'études biographiques<sup>1</sup>, dans lesquelles l'activité parisienne du chirurgien n'a pas été particulièrement mise en exergue. Aussi, nous paraît-il intéressant de nous attarder un instant sur cette période des années de l'entre deux guerres, et de l'ambiance

---

\* CNRS Centre Alexandre Koyré Paris.

<sup>1</sup> Réal J., *Voronoff*, Paris, Stock, 2001 ; Fischer J.L., Les premières xénogreffes humaines, *Pour la Science*, mai 1999, n° 259, pp. 12-14.

biomédicale générée par la pratique des xénogreffes par Voronoff et ses disciples parisiens.

Voronoff est né en Russie à Voronège le 10 juillet 1866. A l'âge de 18 ans (1884) il vient s'installer à Paris, peut-être suite à des pogroms commandés par Alexandre III de 1881 à 1884<sup>2</sup>. Ses deux frères et son père ont également émigré en France. Serge Voronoff, fait ses études à l'École de médecine de Paris. Il est reçu docteur en médecine le 7 décembre 1893. Il exerce d'abord la médecine et la chirurgie à l'Établissement Médico-Chirurgical d'Auteuil situé au 21 Bd de Montmorency, que lui « avait cédé le Dr Meige ». Il est naturalisé français le 30 novembre 1895.

Pour comprendre l'ambiance biomédicale induite par les pratiques des xénogreffes dans ces années 1920-1930, nous devons remonter aux années 1889 et rappeler certaines expériences de Charles-Edouard Brown-Séquard (1817-1894)<sup>3</sup> qu'il réalise sur lui-même. Brown-Séquard est physiologiste ; il succède à Claude Bernard à la chaire de médecine expérimentale, dans l'un des établissements d'enseignement parisien des plus anciens, le Collège de France. Le concept de « milieu intérieur » élaboré par Claude Bernard<sup>4</sup> a joué un rôle fondamental dans une nouvelle conception de la physiologie en général et dans la physiologie brown-séquardienne en particulier<sup>5</sup>.

---

<sup>2</sup> Voronoff a écrit une notice autobiographique, probablement destinée à un service administratif, dont le manuscrit est conservé aux archives du Collège de France (sans cote ni référence). Ce manuscrit doit dater de 1923, quelques temps avant le décès de sa seconde femme. Pour son biographe Jean Réal le véritable nom de Voronoff serait Samuel Abramovitch indiquant ses origines juives et justifiant son exil en France. Jean Réal, indique que Voronoff était inscrit sur la liste « ...des écrivains juifs établie le 10 mai 1943 par les autorités allemandes et dont la publication ou la vente des ouvrages sont décrétées 'non désirable en France' ». Dans son autobiographie Voronoff certifie que son père, grand père, arrière grand père « n'ont jamais eu d'autre nom que celui de Voronoff ». Voronoff se trouve aux Etats-Unis pendant la seconde guerre mondiale, puis en Suisse où il meurt à Lausanne en 1951. Ce manuscrit autobiographique des années 1923 est publié pour la première fois dans Serge Voronoff, *Etude sur la vieillesse et le rajeunissement par la greffe*, édition présentée par Jean-Louis Fischer, SenS éditions, 1999, pp. 185-198.

<sup>3</sup> Cier J.F., Brown-Séquard (1817-1894), l'homme et le physiologiste, in *Conférences de l'Institut d'Histoire de la Médecine*, Université de Lyon I, Fondation Mérieux, 1983, pp. 175-195.

<sup>4</sup> Grmek M.D., *Claude Bernard et la méthode expérimentale*, Paris, Payot, 1991.

<sup>5</sup> Pour la biographie et la pensée scientifique de Brown-Séquard, consulter : Olmsted J.M.D., *Charles Edouard Brown-Séquard. A nineteenth century neurologist and endocrinologist*, Baltimore, Johns Hopkins Press, 1946 ; Grmek M.D., "Brown-Séquard" in *Dictionary of Scientific Biography*, New-York, Scribner's Sons, 1970, vol. 2, pp. 524-526.

Concernant notre propos, l'idée de Brown-Séquard est de pallier aux déficiences physiques dues à l'âge en s'injectant du suc testiculaire. Ce suc testiculaire contient la substance circulante dans l'organisme ; substance virilisante bénéfique pour les activités physiques et intellectuelles des hommes.

Le 1<sup>er</sup> juin 1889 marque une date fondamentale, dans l'histoire de la physiologie pré-hormonale, par la communication de Brown-Séquard à la Société de Biologie de Paris, dont le siège se situe au 5 rue de l'école de médecine. Brown-Séquard annonce qu'il vient de pratiquer sur lui-même plusieurs injections (24-29 et 30 mai) du jus testiculaire extrait de testicules de chien et de cobayes<sup>6</sup>. Devant l'assistance le physiologiste explique : « J'avais soixante-douze ans le 8 avril dernier. Ma vigueur générale, qui a été considérable, a diminué notablement et graduellement durant les dix ou douze dernières années. Avant les expériences dont je m'occupe, il me fallait m'asseoir après une demi-heure de travail debout au laboratoire. Après trois ou quatre ou même quelquefois deux heures de travail expérimental au laboratoire, bien que je m'y tinsse assis, j'en sortais épuisé. En rentrant chez moi en voiture, vers six heures du soir, après quelques heures ainsi passées au laboratoire, j'étais depuis nombre d'années tellement fatigué qu'il me fallait me mettre au lit presque aussitôt après un repas pris hâtivement... Aujourd'hui, et depuis le second jour et surtout le troisième après la première injection, tout cela a changé et j'ai regagné au moins toute la force que je possédais il y a nombre d'années. Le travail expérimental au laboratoire me fatigue fort peu maintenant. J'ai pu, au grand étonnement de mes assistants, y rester debout pendant des heures entières sans éprouver le besoin de m'asseoir. Il y a quelques jours, après trois heures de travail expérimental debout, j'ai pu, contrairement à mes habitudes depuis plus de vingt ans, travailler à la rédaction d'un mémoire pendant plus d'une heure et demie après le dîner. Tous les amis savent quel changement immense cela implique chez moi. »<sup>7</sup> Il faut s'imaginer l'impact de cette communication sur la communauté scientifique de l'époque hésitant à prendre au sérieux l'annonce de leur collègue et les conséquences biomédicales qu'elle devait produire : « Le récit de Brown-Séquard fit sensation. Il contenait un relent de merveilleux qui enchantait les uns et faisait grincer les dents aux autres. La

---

<sup>6</sup> Pour le détail des techniques employées par lui-même avec l'assistance de Arsène d'Arsonval (1851-1940) et Albert Hénocque consulter : Brown-Séquard C.E., Expérience démontrant la puissance dynamogénique chez l'homme d'un liquide extrait de testicule d'animaux, *Archives de Physiologie normale et pathologique*, 1889, 21<sup>e</sup> année, 5<sup>e</sup> série, t1, pp. 651-658.

<sup>7</sup> Brown-Séquard C.E., et d'Arsonval A., Des effets produits chez l'homme par des injections sous-cutanées d'un liquide retiré des testicules frais de cobaye et de chien, *Comptes rendus de la Société de Biologie de Paris*, 1889, série 9, t.1, p. 415.

science avait-elle commencé à réaliser l'un des rêves les plus fantastiques des alchimistes d'un temps qui, en cette fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, semblait bien résolu ? »<sup>8</sup>

Il est vrai que Brown-Séguard n'a jamais imaginé un rajeunissement de l'homme comme l'espéraient les alchimistes : « J'ai fait cette expérience avec la conviction que j'en obtiendrais une augmentation notable des puissances d'action des centres nerveux et spécialement celles de la moelle épinière. Ainsi que je le montrerais tout à l'heure, les résultats ont dépassé mes espérances ; mais je n'ai jamais, ni par écrit, ni par la parole, exprimé l'idée que ces injections pourraient « réparer des ans l'irréparable outrage ». J'ai seulement dit et le crois encore qu'il est parfaitement possible de « réparer des ans les outrages réparables ». J'espère que tout homme de bonne foi, après l'étude complète des arguments et des faits, arrivera à partager mes opinions. »<sup>9</sup> Nombreux allaient partager son opinion dans la mesure où Brown-Séguard, sur des idées anciennes remises à l'heure physiologique, fonde une « nouvelle » science, ce fameux 1<sup>er</sup> juin 1889, que Louis Landouzy (1845-1917) nomme, quelques années plus tard (vers 1896) Opothérapie (de *opos* suc et *thérapeia* soin)<sup>10</sup>.

Aussi, très vite l'opothérapie se développe-t-elle, des laboratoires et des officines produisent les pilules destinées à guérir, ou pour le moins à soulager des personnes atteintes de quelques maladies, espérant beaucoup de ces nouveaux produits pharmaceutiques. Par exemple, en France, A. Flourens, directeur du « laboratoire de produits opothérapiques » a été autorisé par « décret ministériel après avis favorable de l'Académie de médecine sur le rapport de M. le professeur Nocard, officier de la légion d'honneur, membre de l'Académie. » La destinée thérapeutique de ces nouvelles pilules miracles est contenue dans le terme qui les désigne composé d'un préfixe (partie du nom de l'organe) et d'un suffixe en « ine » : pilules d'orkitine (testicule), de prostatine (prostate), de séminaline (vésicules séminales), d'ovarine (ovaires), de thyroïdine (thyroïde), de tumosine (thymus), de néphrosine (rein), d'Encéphaline G (substance grise), de pneumonine (poumon), de

<sup>8</sup> Grmek M. D., Le « Chemin de Damas » de Carl Vogt et le succès du liquide brown-séguardien à Genève, *Revue Médicale de la Suisse romande*, 1989, t. 109, p. 1013.

<sup>9</sup> Brown-Séguard, *loc.cit.*, note (6), p. 651.

<sup>10</sup> A propos de l'antériorité de l'idée brown-séguardienne de l'usage d'organes animaux dans un but thérapeutique, Albert Dastre (1844-1917) remarque : « Il serait difficile de trouver à Brown-Séguard d'autres précurseurs que le centaure Chiron, à qui fut confié l'éducation d'Hercule et celle d'Achille, et qui nourrissait ses élèves avec de la moelle du lion pour leur en infuser le courage et la vigueur. » in Dastre A., Les sécrétions internes, l'opothérapie, *Revue des Deux Mondes*, 1899, t. 2, p. 197.



musculosine (muscle), etc. Les organes servant aux préparations opothérapiques proviennent essentiellement d'ovin et de bovin. Par exemple, pour la médication orchidienne, A. Flourens explique : « Les pilules d'*Orkitine* que nous préparons avec les testicules du bélier renferment chacune 30 centigrammes d'organe frais. Employées à la dose de 2 à 10 par jour, dans un peu d'eau, une heure avant les principaux repas, sauf avis contraire du médecin, elle sont indiquées dans l'*anémie*, l'*ataxie locomotrice*, la *faiblesse générale*, la *neurasthénie*, l'*impuissance*, la *sénilité*. »<sup>11</sup> Il est à remarquer que l'opothérapie, toute efficace fut-elle sur un certains nombre de patients, présentait cet inconvénient majeur d'une obligation d'avaler journellement ses 2 à 10 pilules. C'est là qu'interviendra Voronoff.

En 1896, un an après sa naturalisation, c'est sur la recommandation du « professeur Péan »<sup>12</sup> que Voronoff part pour le Caire comme chirurgien de la Cour khédiviale et médecin conseiller du Khédive. Au Caire, il découvre et s'intéresse aux eunuques : « En 1898, me trouvant au Caire, je vis et examinai pour la première fois des eunuques. J'appris qu'on les castrait à l'âge de 6 à 7 ans, donc bien avant la puberté, bien avant que l'organisme ait pu subir l'influence, même passagère, de la virilité, bien avant le développement complet du corps et la fin de la croissance. Leur aspect me frappa vivement... leurs qualités intellectuelles et morales cadraient parfaitement avec leur physique... »<sup>13</sup> : les eunuques se caractérisent par une « musculature flasque », une « figure glabre », « joues pendantes », « seins volumineux », ils sont obèses et ont l'aspect de « vieilles femmes » ; l'intelligence est lente, ils ont une « mauvaise mémoire » et dépourvus de courage et d'énergie. L'image pathologique des eunuques génère chez Voronoff cette idée que les testicules ne jouent pas seulement un rôle sexuel, mais qu'ils ont une influence dans le développement corporel, la fonction intellectuelle et la physiologie de l'homme : « De ce fait observé, de ce fait, dirai-je, expérimental, – car c'est bien une expérience qu'on réalise sur une vaste échelle en Orient, en castrant des hommes – j'ai tiré la conclusion que la sécrétion interne des testicules ne conditionne pas seulement les caractères secondaires du mâle, les caractères strictement masculins, mais qu'elle influence, soit directement, soit indirectement par d'autres glandes endocrines l'organisme entier, qu'elle stimule notamment le travail de nos cellules cérébrales, agit sur la croissance des os, soutient l'énergie musculaire et fournit à notre organisme ce quelque chose qui le rend fort et

---

<sup>11</sup> Flourens A., *De l'Opothérapie*, Bordeaux, Imprimerie G. Gounouilhou, 1899.

<sup>12</sup> Probablement Jules Péan (1830-1898).

<sup>13</sup> Voronoff S., *Quarante-trois greffes du singe à l'homme*, Paris, Doin, 1924, p. 11.

énergique. »<sup>14</sup>. On comprend comment, à la suite de sa rencontre avec les eunuques, Voronoff va être conduit à la pratique de la greffe testiculaire associée parfois avec celle d'autres glandes (hypophyse, thyroïde), pour reproduire au plus près le schéma d'un fonctionnement glandulaire interactif. Avant d'arriver à la réalisation de la greffe Voronoff quitte le pays des pyramides et son hôpital de Choubrah (quartier du Caire), qu'il avait créé à ses frais (il fit don de cet hôpital à la ville du Caire).

De retour d'Égypte en 1910, il s'installe à Nice « Craignant le brusque passage d'un climat chaud à un climat relativement froid de Paris, je me suis d'abord établi à Nice jusqu'en 1914 »<sup>15</sup>. Voronoff ne peut concevoir la seule pratique de son art sans consacrer une partie de son temps à la recherche. A peine installé à Nice, il se rend aux États-Unis pour rencontrer Alexis Carrel (1873-1944) à New York où il suit les travaux du spécialiste des sutures vasculaires, de la transplantation d'organes<sup>16</sup> et qui débutait, avec la collaboration de Burrows Montrose Thomas (1884-1947), la mise au point des cultures de tissus et d'organes *in vitro*<sup>17</sup>. A cette date Alexis Carrel joue certainement un rôle non négligeable dans la décision de Voronoff de la pratique de la greffe dans un but thérapeutique.

De retour à Nice il monte un laboratoire de recherche, fait ses premières expérimentations de greffe d'ovaires chez la brebis. Ses résultats sont présentés au Congrès Français de Chirurgie qui se tient à Paris en octobre 1912. A la suite de ses travaux, il reçoit en 1914 de la « caisse des recherches scientifiques » du ministère de l'instruction publique une subvention lui permettant de poursuivre son travail à la station physiologique du Collège de France, située dans le bois de Boulogne, l'ancien laboratoire où Etienne-Jules Marey (1830-1904) travailla à ses travaux de physiologie et mécanique du mouvement. Voronoff fait ainsi son entrée au Collège de France, il y restera jusqu'à la seconde guerre mondiale sans jamais avoir un titre officiel d'appartenance à cet établissement, excepté celui de directeur adjoint au laboratoire de biologie de l'École des Hautes Études (13 novembre 1917). La

---

<sup>14</sup> *Ibid.*, p. 13.

<sup>15</sup> Voronoff S., autobiographie ms du Collège de France, p. 5.

<sup>16</sup> Carrel A., La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation des viscères, *Lyon Médical*, 1902, t. 98, pp. 859-864 ; et Guthrie Charles Claude, The transplantation of veine and organs, *American Médical*, 1905, t. 10, p. 1101-1102 ; The surgery of blood vessels..., *Johns Hopkins Hospital Bulletin*, 1907, t. 18, p. 18-28 ; Transplantation in mass of the kidneys, *Journal of expérimental Medicine*, 1908, t. 10, pp. 98-140.

<sup>17</sup> Carrel A., et Burrows, M.T., Culture de sarcome en dehors de l'organisme, *Comptes rendus de la Société de Biologie de Paris*, 1910, t. 69, pp. 332-334.

station physiologique est rattachée à la chaire de physiologie du Collège de France dont le titulaire est, pendant cette période, Eugène Gley (1857-1930) successeur de Brown-Séquard.

A la déclaration de guerre de 1914, Voronoff est chargé par l'ambassade de Russie d'organiser un hôpital franco russe pour les blessés français, patronné par l'Impératrice Catherine de Russie et soutenu par la Croix Rouge. L'Hôpital est installé dans le château de Dulamon, à Blanquefort près de Bordeaux. Voronoff sollicite le service de santé des armées pour créer, dans cet hôpital, une section de greffes osseuses (nombreux sont les soldats blessés auxquels il manque un fragment d'os). Sa demande ayant été agréée, Voronoff se met à l'œuvre et pratique le 23 novembre 1914, sur un soldat blessé, la première greffe osseuse jamais réalisée avec de l'os de Chimpanzé. Le chimpanzé devenait pour Voronoff un donneur destiné à l'usage d'une chirurgie réparatrice au bénéfice de l'Homme<sup>18</sup>. En 1915, l'Union des Femmes de France, après l'autorisation du Service de santé des armées, crée un hôpital tout entier destiné aux greffes osseuses, situé au 19 rue d'Armaillé à Paris dans le 17<sup>e</sup> arrondissement. Voronoff est nommé chirurgien en chef de cet hôpital et inaugure son retour parisien. Il a pendant cette période 1914-1918, contribué au progrès de la chirurgie de guerre<sup>19</sup>.

C'est à cette époque des années 1917, que Voronoff songe sérieusement aux xénogreffes pour pallier les inconvénients de l'opothérapie de prises quotidiennes de pilules ou d'injections répétées. Greffer dans l'organisme

---

<sup>18</sup> « Le singe dont les os m'ont servi à pratiquer la première greffe qui fut jamais faite en France à un blessé de guerre m'a été adressé par le Jardin des Plantes, grâce à la bienveillante intervention du Président de la République, Monsieur Poincaré, qui s'est vivement intéressé à cette première tentative destinée à obvier à une grave infirmité de beaucoup de nos blessés. Cette greffe fut pratiquée le 23 novembre 1914 en présence de Monsieur Barreaut, Ministre de l'Instruction Publique, du Dr Carrel de passage à Bordeaux et d'une trentaine des chirurgiens des hôpitaux de Bordeaux. » Voronoff, autobiographie ms du Collège de France, p. 8. Voronoff avait déjà utilisé de la thyroïde de chimpanzé pour la greffer sur un enfant de 15 ans myxoédémateux ; l'opération datait du 5 décembre 1913, et donna des résultats satisfaisant dans la mesure où ce jeune garçon « ... a fait bravement et intelligemment son devoir de soldat français en 1917. » Voronoff, *Bulletin de la société philomathique de Paris*, 1924, série X, t. XIII, p. 18.

<sup>19</sup> Chauvin F., Fischer L.P., Ferrandis J.J., Chauvin E., Gunepin F.X., L'évolution de la chirurgie des plaies de guerre des membres en 1914-1918, *Histoire des sciences médicales*, 2002, vol. 36, n° 2, pp. 157-173.

une glande sécrétant l'hormone<sup>20</sup> en remplacement de la glande déficiente participe à ce progrès médical important imaginé par Brown-Séquard : « C'est donc une idée géniale qu'a conçue Brown-Séquard lorsqu'il a préconisé les injections de suc testiculaire des animaux pour suppléer à l'insuffisance de la sécrétion testiculaire interne chez les vieillards, insuffisance fatale que la nature impose comme une loi inéluctable à la suite de sclérose progressive des cellules glandulaires, d'où affaiblissement non pas des facultés mais des énergies intellectuelles et physiques. Malheureusement l'opothérapie n'offre qu'un remède bien palliatif à l'insuffisance d'une glande. »<sup>21</sup> Il précisera plus tard que son système des greffes : « C'est de l'opothérapie naturelle infiniment plus efficace que celle qu'on tente avec les extraits glandulaires et les préparations synthétiques dont la formule chimique peut être parfaite, mais dont l'efficacité biologique demeure douteuse. »<sup>22</sup>

Avant de greffer l'homme Voronoff réalise de nombreux essais et expériences sur l'animal. Son matériel expérimental le bouc, le bélier, le porc, le cheval et le taureau. Greffer de vieux animaux, en particuliers ceux de trait, pour leur redonner de la force et les mettre au travail, pouvait être rentable pour l'agriculture. Henri Nouvion (1862-1945), fondateur et administrateur de la « Banque de l'Afrique Occidentale », estime que l'on pourrait rendre à l'agriculture « un million » de « nègres » qui font office de porteurs si, par la greffe testiculaire, on redonne force et vigueur aux vieux bœufs et chevaux<sup>23</sup>. Voronoff imaginait combien la pratique de la greffe sur le cheptel pour augmenter la production de la laine, de la viande, l'allongement du temps de travail pour les bêtes de somme, devait être un progrès bénéfique pour l'économie agricole d'un pays : « L'avenir n'est pas éloigné où la greffe animale largement et judicieusement appliquée, rendra les plus grands services en augmentant la richesse des pays. »<sup>24</sup>.

---

<sup>20</sup> Ce terme d'hormone (*hormôn* = exciter) apparaît dans les années 1900-1904 avec les travaux de Hardy W.B., et ceux Bayliss, Sir W. M. (1860-1924) et Starling, E. H. (1866-1927).

<sup>21</sup> Voronoff S., Greffes des glandes endocrines du singe à l'homme, *Bulletin de la société philomathique de Paris*, 1924, série X, t. XIII, p. 14.

<sup>22</sup> Voronoff S., *Grefte des glandes endocrines, la méthode, la technique, les résultats*, Paris, Doin, 1939, p. 43. Soulignons que l'opothérapie avait encore de belles années devant elle ; cf. pour la période de Voronoff : Tixier G., *Les organes d'animaux employés dans l'industrie biologique*, Paris, Masson, 1934.

<sup>23</sup> Propos rapportés in Dartigues L., *La greffe de revitalisation humaine*, Paris, Doin, 1925, p.108.

<sup>24</sup> Voronoff S., *Grefte animale, applications utilitaires au cheptel*, Paris, Doin, 1925, p. 71.

Fort de ses résultats des pratiques de la greffe testiculaire et ovarienne chez l'animal, Voronoff franchit le pas en greffant le 12 juin 1920, le premier homme avec du testicule de singe. Le choix du donneur a fait l'objet de tout un discours. Il y a la législation qui empêche la castration de l'homme<sup>25</sup> conduisant à chercher un donneur dans le monde animal. L'animal qui se rapproche le plus de l'Homme est le singe anthropoïde. Louis Dartigues (1869-1940), proche collaborateur de Voronoff, défend ce concept : « dont nous admettons sans amertume la parenté biologique, sur certains anthropoïdes comme, par exemple, le chimpanzé qui est un primate dont la qualité sanguine au point de vue globulaire et humoral se rapproche beaucoup de la nôtre : c'est l'idée qu'a eue Voronoff en 1917 et qu'il a commencé à appliquer en 1920. Je pourrai donc dire, qu'à ce point de vue de la greffe testiculaire, on peut accorder au chimpanzé et à quelques autres singes, tel le cynocéphale, leur droit de naturalisation humaine. »<sup>26</sup> Le primate anthropoïde et son cousin le babouin, deviennent les frères de sang de l'homme, de l'homme blanc de préférence, comme le laisse à penser le commentaire de Dartigues, sous une photographie présentant un jeune africain avec un jeune chimpanzé et un jeune orang-outang : « Je ne veux pas diminuer la valeur de suprématie du jeune nègre, mais je ne peux m'empêcher de remarquer la vivacité d'expression des yeux des singes, à côté du regard morne du nègre. »<sup>27</sup>. Il fallait bien apporter des arguments pour faire accepter aux clients à la greffe de confier leur renaissance physique et intellectuelle à l'organe simiesque.

On invente aussi un nouveau terme dans le vocabulaire de la greffe d'organe : l'*homéogreffe*. L'homéogreffe (de *homeos* semblable) diffère de l'homogreffe (*homos* identique). Sans être son identique le singe est semblable à l'homme et quelque part, en raison de sa pureté qu'il tient de sa vie sauvage, il sera un élément pour sauver l'homme. A cette époque, dans ces années 1920-1930, plus que jamais on considère que l'homme est en train

---

<sup>25</sup> Article 316 du code pénal (abrogé au 1 mars 1994) créé par la loi du 17 février 1810, promulguée le 27 février 1810... « Toute personne coupable du crime de castration subira la peine de la réclusion criminelle à perpétuité. » ... l'article 222-9 du 19 septembre 2000 dit : « Les violences ayant entraîné une mutilation ou une infirmité permanente sont punies de dix ans d'emprisonnement et 150 000 euros d'amende »... A ce propos Dartigues L., écrit : « Les greffons testiculaires humains ne sont pas introuvables ; nous avons des raisons de le savoir, mais je ne soulèverai pas ici cette question de procuration délicate au point de vue social et légal. » in Dartigues L., *Technique chirurgicale des greffes testiculaires du singe à l'homme (d'après la méthode de Voronoff)*, Paris, Doin, 1923, p. 7.

<sup>26</sup> Dartigues L., *loc. cit* ; note 25, p. 8.

<sup>27</sup> *Ibid.*, p. 168.

de dégénérer, surtout dans les villes en raison de la pollution des usines, de la paupérisation, de l'alcoolisme, de la tuberculose, des maladies vénériennes. Enfin, les intellectuels qui vivent dans les villes sont en péril et les pauvres se reproduisent plus que l'élite de la société. L'organe du singe peut participer à sauver l'Homme et ce seront surtout les intellectuels qui se feront greffer ; ce sont eux aussi qui ont les moyens de se payer une telle opération (environ 15 000 francs de l'époque qui correspond à une moyenne de 9000 euros).

Sans entrer ici dans les détails de « l'homéogreffe » largement diffusés dans les ouvrages de Voronoff et de Dartigues édités aux éditions Doin à Paris<sup>28</sup>, nous pouvons préciser quelques règles fondamentales édictées par Voronoff pour réussir la greffe testiculaire du singe chez l'homme. Avant toute intervention « On ne doit jamais se servir d'un singe, sans avoir au préalable examiné son sang, au point de vue de la spirochétose »<sup>29</sup>, Voronoff pense à prévenir toute contamination parasitaire de l'homme par le singe. La première règle fondamentale pour la réussite de la greffe : « Chaque glande qu'on greffe doit être placée à l'endroit exact que la nature lui a assigné »<sup>30</sup>. La « deuxième règle fondamentale de toute greffe glandulaire est la scarification très soigneuse de la région d'implantation des greffons »<sup>31</sup> ; le chirurgien à l'aide de la pointe d'un scalpel scarifie la partie testiculaire de l'homme (généralement la vaginale) qui doit recevoir le greffon découpé dans le testicule du singe, pour mettre en contact les deux organes, sang de l'homme contre sang du singe, et permettre une micro vascularisation. Ensuite, le greffon ne doit pas être trop volumineux, c'est la troisième règle : « Les greffons ne doivent pas dépasser un demi-centimètre d'épaisseur, à l'extrême limite »<sup>32</sup> (les greffons font environ 2 à 3 cm de longueur et 1,5 cm de largeur).

L'opération se fait dans la même salle, le singe est anesthésié, et l'homme ne subit qu'une anesthésie locale de « 3 ou 4 seringuées de novocaïne à 1 % ». Généralement, l'opéré quitte la clinique le jour même ou le lendemain. Maintenant, que savons-nous des résultats de la pratique de ces xénogreffes, terme plus adéquat pour désigner ce type d'opération ? Voronoff en donne régulièrement des informations. Les xénogreffes sont réalisées à Paris par Voronoff dans trois établissements : la Maison de santé Ambroise

---

<sup>28</sup> Parmi les ouvrages déjà cités édités par les éditions Doin : Voronoff S., *Etude sur la Vieillesse et le rajeunissement par la greffe*, 1926 ; Dartigues L., *Le Renouvellement de l'Organisme*, 1928.

<sup>29</sup> Voronoff S., *loc. cit.*, note (22), p. 16.

<sup>30</sup> *Ibid.*, p. 39.

<sup>31</sup> *Ibid.*, p.

<sup>32</sup> *Ibid.*, p.

Paré à Paris sous la responsabilité de Louis Dartigues, la Maison de santé de la rue Montaigne sous la responsabilité du Dr Didry et la Villa Molière située boulevard Montmorency sous la responsabilité du Dr Baudet.

En 1926, Voronoff réalise une cinquantaine de greffes et donne les détails concernant 42 greffés. Sur ces 42 greffés, 3 sont âgés de 20 ans, 3 de 30 ans, 7 de 40 ans, 8 de 5 ans, 15 de 60 ans et 6 de 70 ans. Sur 41 opérés, 17 ont repris une activité sexuelle régulière qu'ils avaient perdue depuis plusieurs années, 6 une activité sexuelle plus ou moins régulière et 14 n'ont pas retrouvé cette activité (reste 4 sans information). Les origines des greffons provenaient pour 41 greffés, 20 greffons de chimpanzé, 16 de cynocéphale et 5 d'une combinaison chimpanzé/ cynocéphale. Les pays d'origine des hommes greffés sont la France, l'Espagne, l'Italie, l'Amérique, le Portugal, l'Angleterre, la Pologne, la Syrie, la Belgique, la Tchécoslovaquie... il y a aussi des colons venant d'Afrique et du Brésil. Au cours du temps, au moins jusqu'en 1939, le nombre des greffés va largement augmenter dans la mesure où plusieurs pays européens, l'Amérique, l'Inde etc. vont se mettre à la pratique des xénogreffes. C'est plusieurs milliers d'hommes qui se sont fait greffer du testicules de singe (il y eut également des tentatives de greffes d'ovaires de guenon chez la femme et au moins une greffe d'ovaire de femme chez une femelle de chimpanzé qui se nommait Nora. Nora, « humanisée » par cette greffe, fut célèbre à l'époque, elle est à l'origine d'un roman de Félicien Champsaur *Nora la guenon devenue femme*. Sur la première de couverture se trouvait une image représentant Joséphine Baker (1906-1975) dansant affublée d'une ceinture de bananes !)<sup>33</sup>

Si nombreux qu'aient été ceux qui reprenaient une activité sexuelle après avoir été greffés, Voronoff s'est toujours refusé de considérer sa pratique comme un aphrodisiaque : « Chose intéressante : le relèvement des forces physiques, et l'amélioration parallèle des facultés intellectuelles sont, après la greffe, des phénomènes pour ainsi dire constant, tandis que l'impuissance est loin d'être toujours vaincue. Il faut qu'on se pénètre bien de cette idée que la greffe n'agit point comme aphrodisiaque. »<sup>34</sup> Aussi ne faut-il pas s'étonner que des religieux se soient fait greffer. Ce fut la raison d'une visite de Voronoff, rue Oudinot fin 1919, à Mgr Alexandre Le Roy (1854-1938), Supérieur général de la congrégation du Saint-Esprit. C'est Hector Ghilini qui témoigne : « Après l'avoir entendu, le religieux lui dit : Je crois, Docteur, que vous êtes dans le vrai. Savez-vous que l'Église est d'accord avec vous

<sup>33</sup> Blanckaert C., Le roman de la science : l'homme-singe littéraire et son savant, in sous la direction de Jacqueline Carroy et Nathalie Richard, *La découverte et ses récits en sciences humaines, Champollion, Freud et les autres*, Paris, L'Harmattan, 1998, pp. 213-245.

<sup>34</sup> *Loc. cit.*, note (13), p. 47.

sur l'importance que les glandes génitales ont sur le développement des facultés intellectuelles ? Un homme châtré ne peut pas être prêtre, et cela en vertu d'une décision prise dès 1640 dans un concile. Cette interdiction a été prise parce que nous avons constaté qu'un homme, en perdant sa virilité, était non seulement privé de ses facultés de procréation, inutiles à un prêtre, mais aussi d'une partie de ses facultés intellectuelles, si nécessaires celles-là, à l'exercice du sacerdoce. Je veux vous aider dans votre œuvre parce que je crois que l'humanité peut en profiter. »<sup>35</sup>

Les greffes de testicules de singe chez l'homme ont généré de nombreuses polémiques au sein de la communauté scientifique parisienne. Parmi ces polémiques celle dite de « la querelle de l'interstitiel » a été particulièrement active<sup>36</sup>. Curieusement les greffons perduraient de plusieurs mois à plusieurs années dans la vaginale testiculaire (pas de réaction immunitaire de rejet). L'examen histologique de ces greffons pouvait se justifier les prises de position de Retterer, dans la mesure où les greffons ayant séjourné de quelques mois à quelques années chez les greffés, ne présentaient plus de tissu interstitiel, mais qu'un vague tissu nécrosé avec quelque lumière évoquant d'anciens tubes séminifères. Retterer, comme un temps Voronoff, pensait que l'hormone masculine était produite par les mêmes cellules qui seraient à l'origine de la spermatogenèse, les cellules de Sertoli. Ainsi, en cette période d'une politique de repopulation, ne pas séparer la fonction sexuelle de celle de la reproduction était conforme à la morale, mais pas à la science<sup>37</sup>.

L'histoire de Voronoff est très complexe, sa pratique des greffes testiculaires<sup>38</sup> a généré, à son égard, plus de moqueries de la part des

<sup>35</sup> Ghilini H., *Le secret du Dr Voronoff*, Paris, Fasquelle, 1926.

<sup>36</sup> Pol Bouin et Paul Ancel avaient démontré dès 1903 que les cellules de Leydig correspondait à la glande de la masculinité et séparait la fonction reproductrice (spermatogenèse) de l'activité sexuelle. Les opposants à cette théorie, comme Retterer, défendaient l'idée que les cellules de Sertoli, autour des tubes séminifères, produisaient l'hormone mâle et les spermatozoïdes. Cf. Fischer J.L., Les recherches sur l'intersexualité dans l'Ecole française de l'entre deux guerres, in *Les sciences biologiques et médicales en France 1920-1950*, eds Debru C., Gayon J., Picard J.F., CNRS éditions, 1994, pp.163-175.

<sup>37</sup> Cf., Ronsin F., *La grève des ventres*, Paris, Aubier Montaigne, 1980 ; Schneider H. W., L'eugénisme en France : le tournant des années trente, *Sciences Sociales et Santé*, novembre 1986, vol. IV, n° 3-4, pp. 81-114 ; Fischer, J.L. *L'art d'avoir de beaux enfants*, Paris, Albin Michel, 2009.

<sup>38</sup> Voronoff n'aurait pas été le premier à faire des greffes testiculaires de singe chez l'homme, cf. Androustos G., Skevos Zervos (1875-1966) et les premières greffes testiculaires du singe à l'homme, *Histoire des sciences médicales*, 2004, t. 38, n°4, pp.449-456. Dans son ouvrage *La transplantation des organes*, Paris, J.B. Baillières et fils, 1936, Skevos Zervos paraît bien éloigné des pratiques de Voronoff.



chansonniers et des dessinateurs humoristes qu'une reconnaissance de la part de ses pairs. Pourtant, dans les années 1990, le transgénisme a donné un espoir vers une pratique des xénogreffes, espoir sérieusement ralenti avec l'émergence de l'encéphalopathie spongiforme bovine produite par une protéine prion<sup>39</sup>. Il faut se rappeler que Voronoff expérimenta chez le chien la greffe de pancréas pensant, qu'il y aurait pour l'homme, une possibilité de traitement du diabète ; il prévoyait aussi la création d'hôpitaux spécialisés pouvant récupérer les organes de personnes mortellement accidentées<sup>40</sup> ; après son retour d'Amérique, à la fin de la seconde guerre mondiale, il s'intéresse au cancer ; il y a aussi cette approche, de sa part, d'une similitude, de ce presque humain du primate anthropoïde avec l'Homme<sup>41</sup> : Voronoff, c'est incontestablement plus qu'une obsession de la greffe testiculaire, même si celle-ci a joué un rôle important dans sa carrière.

Reste que Voronoff pose un problème fondamental : celui de l'origine du sida. Certes la question a déjà été évoquée à plusieurs reprises concernant sa participation dans la contamination de l'Homme par le virus simien du sida. Quels sont les arguments pouvant impliquer les pratiques de la greffe testiculaire de singe chez l'homme (également les quelques cas de greffes ovariennes de guénon chez la femme), pratiques réalisées non seulement par Voronoff en France mais également dans de nombreux autres chirurgiens dans le monde pendant plus de dix ans ? Précisons que le 5 décembre 1924 Voronoff (à la demande de Daladier, ministre des colonies) part pour « une longue mission officielle au Soudan, en Guinée et au Sénégal, afin d'initier les vétérinaires aux nouvelles techniques d'amélioration du cheptel par la greffe »<sup>42</sup> et se rendra plus tard en Indochine. Rappelons que Voronoff greffe de l'homme avec du testicule du singe en provenance de Guinée depuis

---

<sup>39</sup> Consulter : Lanza R., Cooper D., Chick W., Les xénotransplantations, *Pour la Science*, septembre 1997, n° 239, pp. 80-85. Les xénogreffes ont-elles un avenir ? *La Recherche*, mai 1999, n° 320 (Rey L., La xénogreffe sous toutes ses sutures, p. 58 ; Millet A., Humaniser les porcs ? p. 66 ; Millet A., Fritz Bach : « Il faut peser un bénéfice individuel face à un risque collectif », p. 68). En 2000 sont produits les premiers porcelets transgéniques clonés (PPL Therapeutics, 11 avril 2001).

<sup>40</sup> *Loc. cit.*, note (13), « Dans l'avenir, le problème sera peut-être résolu par la création d'hôpitaux spéciaux où seraient groupés les candidats à la greffe, prêts à recevoir l'organe des accidentés mortels, qui seraient dirigés le plus rapidement possible sur ces établissements » p. 32.

<sup>41</sup> Un article de Jean-Yves Nau du *Monde* daté du samedi 25 août 2001 est titré : « Les avancées de la biologie estompent la frontière entre le singe et l'homme » p. 16.

<sup>42</sup> Réal J., *Serge Voronoff, histoire d'une vie*, © Jean Réal et programme biotech de l'Union Européenne, sd, p. 12.

1920 ; peut-on imaginer que Voronoff s'en soit tenu à l'apprentissage du greffage au seul cheptel ? C'est une question. Ce qui est certain c'est qu'il fait venir ses singes de Guinée (élevés, soignés, dans la singerie qu'il avait installée près de Menton) ; or on sait aujourd'hui que les singes, non seulement le chimpanzé mais de nombreuses autres espèces, cantonnées en Afrique de l'ouest (dont la Guinée), sont porteuses soit du virus simien SIV1 ou du virus SIV2 qui sont à l'origine, par mutations, du SIDA chez l'homme induit par le type viral HIV1 et HIV2. La question est de savoir quand le SIV1 et /ou le SIV2 ont infecté l'Homme la première fois, pour muter en 20/30 ans en virus humain. Il y a une possibilité de faire remonter cette contamination aux années 1930 : « ... bien que l'hypothèse soit peu probable, on ne peut écarter un scénario dans lequel le virus serait passé du singe à l'homme aux environs de 1930 »<sup>43</sup>. Peut-être plusieurs foyers de contaminations ont existé ? Jusqu'à aujourd'hui l'hypothèse d'une implication de Voronoff et de ses disciples, comme une des causes possibles dans une des contaminations de l'homme par le virus simien, a été écartée. Cette implication a été écartée pour des raisons historiques, car on oublie, nous semble-t-il, ces quatre points essentiels : l'origine des greffons, le contact du sang simien avec le sang humain au moment de la greffe, la reprise d'une activité sexuelle par une majorité de greffés et la pratique à l'échelle mondiale de la greffe testiculaire de singe chez l'homme. L'historien n'apporte ici que des éléments et la recherche autour de Voronoff demande encore des investigations en particulier dans la recherche des lames histologiques de Retterer des greffons testiculaires de singes. Il serait possible en effet, à partir de ces coupes histologiques de détecter la présence d'infection par un virus simien pouvant être à l'origine d'une contamination humaine<sup>44</sup>. Quoi qu'il en soit, l'activité parisienne de Voronoff et de ses collaborateurs dans la pratique de la greffe testiculaire du singe chez l'homme a mérité et méritera encore notre attention.

---

<sup>43</sup> Lambert G., *Vérole, cancer & cie, la société des maladies*, Paris, éditions du Seuil, 2009, p. 218.

<sup>44</sup> Nombreuses sont les publications, scientifiques et de vulgarisation concernant le SIDA dont certaines études font remonter la présence du virus responsable de la pandémie entre 1884 et 1924. Concernant l'histoire et une bibliographie cf. Grmek M.D., *Histoire du sida*, Paris, Payot, 1989 ; Vangroenweghe D., *Sida et sexualité en Afrique*, éditions EPO (Belgique), 2000 ; Peeters M., Chaix M-L., Delaporte E., *Phylogénie des SIV et des VIH : mieux comprendre l'origine des VIH*, *Médecine Sciences*, juin-juillet 2008, volume 24, n° 6, pp. 621-628.

Edmond Perrier exobiologiste
------------------------------

Daniel Becquemont\*

RESUME. Edmond Perrier, dans *La vie sur les planètes* (1911) se risqua à imaginer quelles planètes étaient habitables. A partir des connaissances physiques de l'époque, connaissant la matière, l'origine solaire des planètes, et les différentes forces qui s'exerçaient sur elle, il devenait possible d'esquisser une histoire générale de la vie dans le système solaire.

Connaissant toutes les causes commandant le développement de la vie sur terre, la quantité de lumière, le poids, la densité, l'aptitude de certains composés chimiques à composer le vivant à partir du protoplasme par agrégations successives, et à transmettre les caractères acquis, il était possible de reconstituer les principaux traits de la vie sur Vénus et sur Mars. Les habitants de Vénus, massés vers les pôles, offraient l'image de la Terre à l'époque du secondaire, peuplée de batraciens géants et de poissons primitifs, d'herbes et de fougères. Mars, au contraire, soumise aux violents contrastes des saisons et des températures, était peuplé d'animaux mieux adaptés, de fleurs et d'oiseaux et les Martiens étaient grands, avaient le cerveau et l'intelligence plus développés que les humains.

\*\*\*

ABSTRACT. Edmond Perrier, in *La Vie sur les planètes* (1911) attempted to imagine which planets were inhabitable. Relying on the physical knowledge of his time, knowing the matter, the solar origin of the planets and the different forces which were exerted upon them, it became possible to draw a general sketch of life in the solar system.

Knowing all the causes which ordered the development of life on earth, the quantity of light, weight, density, the capacity for certain chemical compounds to compose the living matter from the protoplasm by successive amalgamations and to transmit their acquired characters, it was possible to reconstitute the main features of life on Venus and Mars. The inhabitants of Venus, massed around the poles, showed the image of the Earth at the Secondary Epoch, peopled with gigantic frogs and primitive fish, grass and ferns. Mars, on the contrary, submitted to the violent contrasts of seasons and temperature, was peopled with better adapted animals, and the Martian were tall and endowed with a brain and intelligence more developed than among the humans.

\*\*\*

---

\* Université de Lille III.

Dans l'imposante bibliographie d'Edmond Perrier, l'une des figures les plus importantes de la biologie française de la fin du XIX<sup>ème</sup> et du début du XX<sup>ème</sup> siècle, se glisse un petit ouvrage intitulé '*La Vie dans les planètes*'<sup>1</sup> traitant avec un degré de précision étonnant des formes de vie sur Vénus et sur Mars. Perrier était le prestigieux auteur des *Colonies animales* (1881) – où transparaissait déjà un certain idéal social – de *La Philosophie zoologique avant Darwin* (en fait une biographie de Lamarck), de *L'Intelligence des animaux*, du *Transformisme*, professeur au Muséum dont il devint le directeur en 1900, futur président de l'Académie des Sciences à partir de 1915, vulgarisateur scientifique tenant une chronique régulière dans *Le Temps*, sans doute l'un des personnages les plus influents de la biologie française.

Qu'il s'intéressât sur le tard à la vie sur Mars et Vénus n'avait cependant rien de surprenant. Il connaissait 'les beaux livres de Camille Flammarion' sur la *Pluralité des mondes habités*, les *Terres du Ciel*, la *Planète Mars et ses conditions d'habitabilité*, ainsi que les projets de Charles Cros pour établir entre Martiens et Terriens une correspondance régulière, et la récente publication de *La Guerre des Mondes* de H. G. Wells avait suscité son intérêt, et son désaccord quant à la personnalité des Martiens. La croyance en la vie sur les planètes était passablement répandue à cette époque, depuis la découverte de 'canaux' de Mars.

Pour envisager 'la vie dans les planètes', il fallait cependant disposer d'une certitude absolue, voire d'une croyance quasi religieuse en l'unité de la science et sa capacité à tout comprendre en fonction du « résultat des propriétés immuables de la matière et des forces qui ont agi sur elle, et ne pouvait pas ne pas se produire »<sup>2</sup>. Si l'on pouvait connaître l'intensité et la composition des forces en tout point de l'univers, il était possible de tout prévoir, et de comprendre le passé jusqu'à l'origine de la vie.

A ce sujet, il était nécessaire au préalable de rejeter la thèse dite de la panspermie, selon laquelle des germes d'êtres vivants existaient partout dans le cosmos. Cette thèse avait justifié d'un regain de crédibilité après le rejet par Pasteur de la génération spontanée ; elle avait été établie par Keyserling, développée par Preyer et par Richter qui voyait dans les météorites les vecteurs de la vie sur terre, thèse de « l'ensemencement de la terre par des germes venus des étoiles à laquelle s'étaient ralliés des scientifiques aussi prestigieux que Helmholtz et Kelvin ». Mais par la suite Becquerel avait prouvé que ces germes seraient détruits par les rayons ultraviolets. Il fallait

---

<sup>1</sup> Edmond Perrier, *La Vie dans les Planètes*, Paris, Éditions de la revue, 1911.

<sup>2</sup> *Ibid.*, p. 8.

rechercher la naissance de la vie sur terre sur la terre même, en fonction de lois scientifiques connues.

#### NAISSANCE DE LA VIE

Or nous savions maintenant que ce qu'on appelle force se réduisait à des mouvements rythmés ondulatoires qui se propageaient dans l'Éther : lumière, électricité, radium et hélium. Ramsay avait de plus montré qu'il existait une période de l'évolution de l'histoire de la Terre où se créaient sur terre à l'origine carbone, azote, oxygène et hydrogène, soit tous les composants du protoplasme de Huxley. Aucun composé chimique cependant n'était doué de cette propriété particulière qu'on appelle la Vie, qui était conflit de composés chimiques d'un certain ordre. Seule l'association des atomes et des composés chimiques capables de se nourrir de l'eau et de l'acide carbonique de l'atmosphère permettait de créer de la matière vivante à l'aide de substances minérales. Il suffisait que la chlorophylle fasse partie des mélanges. Évidemment on ne pouvait pas s'appuyer sur l'expérience. Mais l'existence de carbone, oxygène, azote, hydrogène, soufre, suffisait à reconstituer l'origine, même si l'on ne pouvait s'appuyer sur l'expérience. « De même, parmi les mélanges primitifs de substances à grosses molécules, il s'en est trouvé dont les débris, en s'écroulant et en s'appuyant sur ceux des substances étrangères qu'elles entraînaient dans leur ruine...*arrivaient tant bien que mal arrivent à reconstituer* en plus grandes dimensions l'édifice dont ils faisaient partie »<sup>3</sup> ; le développement de la matière et le développement du vivant provenaient d'une seule et même loi de complexification. Une fois les lois de la chimie et de la physique réduites à un corps de lois universelles, l'on pouvait considérer le soleil et ses planètes comme un seul corps : la vie avait dû naître partout, mais n'avait pu se maintenir partout. Il lui fallait de l'eau libre, ni glace ni vapeur.

#### LES PLANETES INHABITABLES.

Les conditions dans lesquelles les planètes s'étaient formées les avaient rendues fort différentes les unes des autres. Dans l'hypothèse de la nébuleuse de Laplace, la matière s'était à l'origine centrée par ordre de densité croissante. Les planètes les plus éloignées du soleil étaient donc à la fois les plus grosses et les plus légères. La densité de Jupiter était à peine supérieure à celle de l'eau. Uranus, Saturne, Neptune, étaient tout aussi légers, et leur faible densité laissait penser qu'ils étaient vraisemblablement faits de gaz et de liquides. Leur dimension permettait de supposer que ces astres ne s'étaient pas refroidis aussi rapidement que la Terre. La température excessive de l'eau avait détruit les germes : « Une température un peu supérieure à 55° suffit

---

<sup>3</sup> p. 33.

pour cuire bon nombre des substances constitutives des animaux et des plantes et pour s'opposer, par conséquent, au développement de la vie »<sup>4</sup>. Dépourvues de métaux lourds, ces planètes étaient surtout formées de composés solubles dans l'eau, d'où un très haut degré de salinité des mers ; la théorie cinétique des gaz permettait de calculer dans une certaine mesure la composition de leur atmosphère, plus riche que la nôtre en azote et en acide carbonique, et moins riche en oxygène. Ces planètes étaient donc, en leur état, inaptes à la vie, tout comme la ceinture des astéroïdes plus proches du soleil.

Parmi les astres intra-annulaires, Mercure, à l'opposé des planètes précédentes, était la planète des métaux lourds et de l'or, mais la transparence de son atmosphère impliquait l'absence de l'eau à l'état liquide, donc de toute forme de vie.

#### LES PLANETES HABITABLES

Restaient alors Vénus, la Terre et Mars, et, ajoutait Perrier, « nous sommes assez exactement renseignés sur la façon dont les êtres vivants ont évolué sur la Terre, et sur les causes qui ont déterminé leurs formes successives...pour que nous puissions soupçonner ce qui s'est passé sur les deux autres planètes...éléments suffisants pour tenter sans trop de hardiesse cette généralisation »<sup>5</sup>.

Cette certitude scientifique de l'uniformité des lois de l'univers, accompagnée d'un déterminisme absolu, était immédiatement suivie de l'affirmation d'une croyance, ou sans doute l'impliquait-elle étant donné la perfection des causes secondes qui régissaient le monde créé, en l'existence d'une Cause Première, que Perrier n'hésitait pas à appeler Dieu : « L'univers pourrait ne pas exister. S'il existe, c'est qu'il y a une cause à son existence, une cause que l'on ne saurait supprimer parce qu'on a la puérité de lui refuser un nom, et que nous appellerons tout simplement Dieu, comme l'ont fait nos pères. »

Perrier n'hésitait pas à retourner à l'ancienne théorie des 'raisons séminales' : les lois par lesquelles Dieu s'était manifesté dans le monde créé étaient éternelles, elles contenaient tout l'avenir des transformations. *Il ne s'agissait en aucune façon pas* de la réalisation d'un pouvoir occulte ou mystérieux : les lois ne pourraient être autrement qu'elles étaient. Il y avait des causes inéluctables qui avaient déterminé la formation du règne végétal et du règne animal ; pesanteur, lumière, aptitude à se contracter, à se nourrir, à

---

<sup>4</sup> p. 40.

<sup>5</sup> pp. 49-50.

se multiplier, à se transformer, à provoquer des réactions chimiques, aptitude à être influencé par des agents mécaniques.

Ces causes, que l'on pouvait considérer comme d'ordre biologiques, étaient étendues par Perrier à toutes les planètes. Les lois de développement et les lois physiques de l'hypothèse de la nébuleuse fusionnaient, tout comme dans la pensée de Spencer et de ses disciples. Tout comme sur la Terre existaient sur Mars et Vénus, des pôles plus froids, des régions centrales plus chaudes, des pluies, des tempêtes, des algues dans les eaux. Des herbes et des arbres avaient envahi la terre ferme et partout où il y avait de la nourriture végétale, fourmillaient des multitudes d'animaux. Micro-organismes, éponges, coraux, vers, coquillages, scorpions, araignées, insectes, « des amphibiens préparent leur transformation en vertébrés terrestres, aptes à marcher sur le sol ou à voler dans l'air...Mais tous ces êtres diffèrent des nôtres par des détails qui peuvent être, dans une certaine mesure, précisés »<sup>6</sup>

#### VENUS

Vénus avait à peu près les mêmes dimensions que la Terre. Sa proximité du soleil en rendait la température plus élevée (environ 66° précisait-il sans autre forme d'explication) : la vapeur d'eau y provoquait une atmosphère brumeuse et suffocante, et la vie se resserrait autour des régions polaires. Comme l'inclinaison de l'axe de rotation était moindre que celui de la Terre, les saisons y étaient peu accentuées. « La vie semble donc devoir être à peu près dans les mêmes conditions qu'elle était sur la terre pendant la période secondaire et peut-être même la période primaire. Durant cette période, on sait que la végétation était luxuriante jusque dans les régions polaires »<sup>7</sup>. Comme il suffisait de savoir quelle avait été la vie sur terre pour connaître la vie dans les planètes, on pouvait en conclure que Vénus possédait à la hauteur des pôles une végétation luxuriante, avec coraux, mollusques bivalves, ammonites, poulpes, calmars à coquilles, poissons ganoïdes, requins, mais pas encore de formes à nageoires antérieures. Sur le sol existaient de grands batraciens, des gigantesques reptiles à longue queue, crocodiles, dragons ou serpents de mer, sauriens pourvus de nageoires, oiseaux à peine ébauchés, tout petits mammifères.

Mais Perrier ne s'arrêtait pas à cette analogie hasardeuse entre vie vénusienne et vie terrestre à des époques différentes. Il existait selon lui une

---

<sup>6</sup> p. 54.

<sup>7</sup> p. 56.

loi de développement inéluctable, une 'évolution'<sup>8</sup> de la vie du simple au complexe dont le développement de l'embryon (qu'il ne mentionnait pas) était la récapitulation plus ou moins précise. Il fallait donc ajouter que Vénus était plus jeune que la Terre, donc située à un stade de développement inférieur :

« Toutes les transformations qui demandent du temps pour s'accomplir sont encore à venir ; ce sont celles qui résultent soit de l'action persistante des milieux, soit de la rapidité plus grande avec laquelle s'accomplit l'évolution organique à mesure que les générations se succèdent »<sup>9</sup>

Cette jeunesse n'était d'ailleurs pas présentée par Perrier d'une manière particulièrement plaisante. Des mollusques hélicoïdaux rampaient au fond des mers, les poissons ganoïdes prédominaient, les 'véritables poissons' de haute mer à nageoires rapprochées n'étant pas encore nés.

« Sur le sol émergé vivaient de grands batraciens précurseurs des mammifères ; de gigantesques reptiles à long cou, à longue queue, atteignant 40 mètres de long, hantaient les forêts...Les eaux étaient habitées par des crocodiles, par des dragons ou serpents de mer énormes, par des sauriens pourvus de nageoires, rappelant nos cétacés. D'autres volaient dans les airs, comme de gigantesques chauves-souris ; mais les oiseaux étaient à peine ébauchés, et les mammifères étaient tout petits »<sup>10</sup>

Malgré la brièveté relative de l'année, en l'absence de saisons bien marquées, les insectes vivaient et évoluaient lentement, atteignaient une taille considérable, acquéraient sans doute des ailes qui tombaient après la période de reproduction, puis reparaissaient. Mais le plus important était que les générations se chevauchaient et communiquaient de l'une à l'autre, ce que Perrier considérait comme le début de la vie sociale et de la transmission des connaissances. Cependant, étant donné l'absence de distinction que provoquait sur Terre la distinction des saisons, il n'existait qu'une forme d'instinct social, qui se confondait avec l'intelligence : « Les psychologues n'auraient pas à différencier dans Vénus l'instinct et l'intelligence ; s'ils y pouvaient faire un voyage, c'est là qu'ils trouveraient la solution d'un problème qui les a tant passionnés. »<sup>11</sup>

---

<sup>8</sup> Jusque vers la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, certains biologistes, Richard Owen en Angleterre, Mathias Duval en France par exemple, continuèrent à employer le mot 'évolution' dans le sens de développement embryonnaire.

<sup>9</sup> pp. 59-60. Quant à la loi d'accélération de l'évolution organique, Perrier l'avait appelée 'tachygenèse'.

<sup>10</sup> p. 59.

<sup>11</sup> p. 62.



L'humidité permettait le développement de fougères et de plantes sans fleurs dont l'organisation était déjà rendue complexe par abréviation des phénomènes de développement. Vénus était cependant trop jeune pour que cette abréviation des phénomènes de développement ait rendu possible comme sur Terre l'existence des plantes à fleur. Il n'existait donc sur Vénus ni papillons ni abeilles mais d'immenses libellules et des phasmes, des cancrelats et des mantes « aux longues pattes terminées en griffes », des cigales de un mètre de long. Il devait également exister des batraciens énormes qui n'avaient pas besoin de se forcer pour se faire aussi gros que des bœufs<sup>12</sup>. Les reptiles demeuraient les maîtres de la planète, ayant utilisé toutes les conditions d'existence qui leur étaient offertes, atlantosaures, ichtyosaures, plésiosaures, iguanodons. L'absence de saisons contrastées ne constituait pas un handicap pour ces animaux à température variable ; les mammifères et les oiseaux n'avaient pris l'avantage sur Terre qu'avec des contrastes de température et des hivers rigoureux, profitant de l'adaptabilité que leur procurait une température constante. Les mammifères sur Vénus étaient rares et peu évolués.

« Sans fleurs, sans papillons, sans oiseaux, sans miel, la vie doit être monotone dans un pays où le bruissement des grillons et des sauterelles, le grincement des cigales, le coassement des grenouilles, le susurrement des crapauds et peut-être le mugissement des crocodiles sont les seules voix qui viennent se mêler au sifflement du vent, aux roulements de tonnerre et aux explosions des volcans »<sup>13</sup>

Et l'absence de satellite empêchait toute forme de vie nocturne : « tout dort dans Vénus quand le soleil s'éteint...quand la foudre se tait, quand l'air demeure immobile, la nuit sur Vénus est donc profonde et silencieuse »<sup>14</sup>.

Il devient assez clair que Perrier décrit ici Vénus comme il imagine le passé de la Terre au début de l'ère secondaire, ce qui permet de conclure que, en dépit de ses animaux archaïques, Vénus est une planète jeune, formée après la terre, et qu'elle traversera les mêmes phases que la Terre, tout au moins au point de vue des saisons. Vénus, en quelque sorte, n'a pas encore atteint les formes de développement terrestres. « Tout autre est Mars ».

#### MARS, FLORE ET FAUNE

La première constatation faite par Perrier est que l'axe de rotation de Mars est plus incliné sur le plan de l'orbite que celui de la Terre : les saisons y sont donc plus contrastées, avec des étés très chauds et des hivers très

---

<sup>12</sup> p. 65.

<sup>13</sup> pp. 67-68

<sup>14</sup> p. 70.

froids ; l'orbite étant plus allongée, l'inégalité des jours et des nuits est plus forte, les saisons plus contrastées. Plus généralement, climat et variations de température y sont extrêmes, moins importantes cependant dans les mers : d'où le fait que les poissons et animaux aquatiques diffèrent peu des nôtres, les poissons de type requin ayant cependant cédé la place aux poissons pourvus d'ouïes. La violence des contrastes en général a provoqué une variation plus grande des milieux, et favorisé ainsi une évolution plus rapide, de sorte que les animaux à température constante ont supplanté plus tôt que chez nous les grands reptiles... autrement dit que les mammifères l'ont plus rapidement emporté sur les dinosaures.

Perrier reprend alors ses thèses des *Colonies animales et la formation des organismes*, sur l'importance de la pesanteur sur l'évolution organique, quelle que soit la planète, attirant les algues vers les fonds marins où se forment les premiers petits animaux, « menus êtres nageurs, semblables, quant à la forme, à des œufs minuscules, percés d'une bouche à leur petit bout ». La face avec bouche devenait face ventrale, puis évoluait en corps symétrique qui par bourgeonnement répété donnait naissance à un animal articulé, insecte ou ver, qui se développait ensuite en trois embranchements, selon qu'ils aient nagé le ventre en l'air (mollusques primitifs), se soient couchés sur le côté comme les huîtres, les étoiles de mer et plus tard les vertébrés, ou aient reposé sur le dos ce qui avait donné plus tard naissance à « pour le moins, trois des embranchements du règne animal<sup>15</sup>. Les écarts de température avaient favorisé une accélération intense des phénomènes de reproduction très complexe des fougères et donné naissance aux plantes à fleurs, et par le même phénomène l'évolution rapide des insectes a donné lieu à « ce coup de théâtre » qu'on appelle la métamorphose. Mars est donc la planète des fleurs et des papillons, et comme l'année martienne – donc la belle saison – est deux fois plus grande que l'année terrestre, « les plantes et les insectes disposent donc d'un temps double pour leur évolution ; dans la région où la température le permet, ils ont le temps de grandir davantage »<sup>16</sup>. Les fleurs grandissent davantage, les insectes également, et leurs couleurs sont bien plus riches que celles de leurs correspondants terrestres. Tel était le fruit d'un développement plus long dans le temps et accéléré dans l'ordre de succession des phénomènes :

« Mars a dû cependant traverser un état analogue à celui où se trouve actuellement Vénus, ou celui où celui où se trouvait la Terre au début de la période secondaire... les générations d'insectes se mêlaient alors ; chacune éduquait la suivante... où les insectes se mêlaient, rendant possible

---

<sup>15</sup> p. 78.

<sup>16</sup> p. 81.

l'instinct »<sup>17</sup>, et l'éducation, facultés devenues héréditaires et se transformant en intelligence, qui ne pouvait exister chez Vénus. Les oiseaux sont apparus plus tôt sur Mars que sur la terre, et ont atteint un plus haut degré de perfection. La diminution de la pesanteur n'a laissé se former que des êtres légers tels que les lévriers, les antilopes, les gazelles. « En vain y chercherait-on de lourds hippopotames, de puissants éléphants, de massifs rhinocéros »<sup>18</sup> Mais la rapidité de l'évaporation a dû favoriser l'épaississement de l'épiderme des reptiles et de leurs dérivés tels que crocodiles et tortues, certains étant couverts de piquants, voire de plumes. La tendance à la dessiccation de l'épiderme a dû favoriser la formation de mammifères à piquants du type du porc-épic et aussi de mammifères gras, et un développement considérable de l'appareil pulmonaire. Les oiseaux chantent donc probablement 'à pleins poumons' « et leur voix, atténuée par la légèreté de l'atmosphère, égaie, comme un murmure harmonieux, des paysages sur lesquels se sont répandues toutes les élégances des demi-teintes qui conviennent à un jour très doux »<sup>19</sup>.

A ce tableau idyllique s'ajoute le fait que si la lutte pour la vie n'a laissé sur Terre que les formes les plus parfaites, son intensité plus grande encore sur Mars sur une surface plus restreinte n'a laissé subsister qu'élégance et agilité, comme l'affirme déjà Camille Flammarion. » C'est donc Mars qu'il aurait fallu dédier à la déesse de l'Amour et de la beauté, c'est à elle qu'est échu, par l'ironie des choses, le patronage du Dieu de la guerre »<sup>20</sup>

#### L'ÉPIANTHROPE MARTIEN

Il va de soi que dans un tel paysage idyllique vivaient que des êtres de grande qualité, semblables aux hommes en bien des points, mais supérieurs à ces derniers. Les causes qui avaient fait naître l'homme sur Terre avaient produit un être analogue sur Mars : attitude verticale, libération de la main, réduction de l'appareil musculaire masticatoire, extension de la cavité crânienne, d'où intelligence supérieure. Wells, dans la Guerre des mondes, s'était inspiré des poulpes pour représenter physiquement les Martiens, ce qui était absurde. Ces derniers étaient grands (la pesanteur étant moindre que sur la terre), blonds (car la lumière était atténuée), leur crâne était élargi, leurs organes des sens plus subtils, les yeux étaient bleus, sans raison particulière donnée par Perrier. Ils ne correspondaient certes pas aux canons de la beauté terrestre, sans gorge ni taille et avec leurs membres longs et grêles, mais ils rayonnaient d'intelligence.

---

<sup>17</sup> p. 82.

<sup>18</sup> p. 86.

<sup>19</sup> p. 97.

<sup>20</sup> p. 98.

Il ne s'agissait cependant à aucun degré de surhommes. Les canaux martiens découverts par Schiaparelli et où Lowell croyait discerner la marque d'une civilisation surhumaine, n'étaient pas des artefacts. « Mars et Vénus sont faits des mêmes substances que la terre ; les mêmes forces agissent à leur surface ; d'autre part, les êtres vivants résultent simplement de l'action réciproque ou non de ces substances et de ces forces les unes sur les autres ; les formes de ces êtres vivants ont été constituées selon des règles définies et immuables...elles se sont modifiées seulement dans le détail en raison de l'intensité variable d'un astre à l'autre »<sup>21</sup> ce qui permettait à Perrier, une nouvelle fois, d'affirmer sa foi en la toute puissance prédictive de la science : « Si l'on avait exactement mesuré la part qui revient à chaque force dans la production des êtres terrestres, et les modifications d'intensité qu'ont subies dans les diverses planètes, on pourrait, en partant des formes terrestres, calculer rigoureusement celle des êtres qui vivent dans les planètes »<sup>22</sup>

Force prédictive qui, même en l'absence de données complètes, permettait à Perrier de rédiger ce livre.

Mars étant plus âgée que la Terre, ses 'épianthropes' étaient parvenus à un stade de développement plus avancé que le nôtre, mais ils étaient de même nature que les hommes. Le développement, en outre, avait été accéléré parce que l'évolution avait été plus rapide et la lutte pour la vie plus âpre. La science était parvenue à son apogée chez les épianthropes ; étant donné les dimensions réduites de la planète, l'abondance des moyens de communication a rendu possible un mélange des races, et il ne subsiste plus qu'une race unique par fusion de tous les groupes : il n'existe plus de « nations qui se disputent un coin de sol...les guerres sont, par conséquent, éteintes pour toujours »<sup>23</sup>. La paix est universelle, la justice et la vérité règnent sans partage. L'idéal utopique d'une société apaisée, teintée d'eugénisme, transparait dans la vision qu'a Perrier des rapports sociaux : « On n'a pas eu le temps de songer à ces instruments transitoires de progrès que nous appelons les syndicats et les grèves »<sup>24</sup>. La prédiction sur des bases scientifiques – celles de l'époque – cède la place dans les dernières pages de l'ouvrage à l'idéal d'une société utopique selon les principes économiques, politiques, et religieux de Perrier, sans plus de référence aux lois de la matière ou l'équilibre des forces.

La fraternité ayant définitivement pris le pas sur l'orgueil et l'envie, « il n'y a plus de secours à distribuer à des paysans mécontents de leur récolte ;

---

<sup>21</sup> p. 107

<sup>22</sup> p. 108

<sup>23</sup> p.111

<sup>24</sup> p. 112.

plus de lois protectrices à voter pour les producteurs et les commerçants. Les industries et l'alimentation, du vêtement et des transports, sont des industries d'État, où les Martiens viennent à tour de rôle accomplir toutes les tâches auxquelles...chacun est indifféremment apte »<sup>25</sup>. Ils n'en ont pas moins cultivé les arts et les plaisirs, découvert tous les moyens de se procurer les plus hautes satisfactions intellectuelles. Tout « marche à souhait ».

Les Martiens, enfin, sont plus ou moins déistes : ils croient à l'existence d'une cause première, tout en étant convaincus que la science ne parviendra jamais à en saisir l'essence ni les fins dernières de l'Univers. « Ils attendent ainsi dans la quiétude du devoir accompli sans effort, l'heure où ils espèrent que le sens des choses leur sera révélé dans toute sa splendeur »<sup>26</sup>.

Perrier, bien sûr, n'était pas dupe de sa vision idéale : « Ce que je viens d'écrire sur Mars, ne l'ai-je pas lu quelque part comme un rêve d'avenir pour notre propre terre ? »<sup>27</sup>. Et de conclure que, si deux autres planètes sont seules habitables, une certaine croyance aux esprits permettrait d'élargir la notion de vie : « Après tout, un jour, peut-être apprendrons nous un jour que les planètes légères, filles de la jeunesse du soleil, sont le séjour de purs esprits, et cette espérance peut consoler les curieux de l'au-delà du silence obstiné des morts »<sup>28</sup>.

#### UN SYSTEME DE PENSEE COHERENT

Si dans cet ouvrage n'apparaît aucun mot qui se réfère directement à l'embryologie, il apparaît clairement que l'ensemble des spéculations de Perrier se fonde sur la loi de récapitulation de Haeckel, à laquelle il s'était référé dans de nombreuses autres œuvres : l'ontogenèse récapitule la phylogenèse, et il existe un mouvement général du simple au complexe dans l'évolution de la vie qui suit de près celui du développement du germe jusqu'à la forme pleinement développée : les Vénusiens étaient en quelque sorte le germe, et les Martiens la forme pleinement développée, les Terriens se situant à mi-chemin. L'originalité de Perrier – ou la fantaisie selon ses propres dires – consistait à étendre cette loi au niveau cosmique. De critère, l'embryologie était devenue un modèle, et tout comme Haeckel avait établi un strict parallèle entre les étapes du développement de l'embryon et l'arbre de vie des espèces (l'embryon passant successivement par toutes les étapes de la série des êtres vivants), Perrier avait prolongé la loi de récapitulation en attribuant à l'évolution du système solaire, dans ses lois de redistribution de

---

<sup>25</sup> p. 116.

<sup>26</sup> p. 114.

<sup>27</sup> p. 124.

<sup>28</sup> p. 125.

matière et de force, une soumission à ces mêmes lois qui régissaient l'évolution des espèces et le développement des formes embryonnaires. Alors l'ensemble des éléments de la vie dans les planètes pouvait être déduit, de manière rigoureuse, d'un corps de lois universelles.

Les théories de la récapitulation, à l'époque où écrivait Perrier (1911) s'étaient cependant heurtées à des difficultés de plus en plus nombreuses, auxquelles Haeckel et ses partisans avaient répondu par un raffinement croissant de leur thèse de la récapitulation. A la question de savoir comment pouvaient s'inscrire dans l'embryon les étapes de plus en plus nombreuses franchies par les espèces au fur et à mesure de leur évolution du simple au complexe, il existait deux réponses possibles. L'on pouvait imaginer des additions terminales, en considérant que de nouveaux traits s'ajoutaient au développement vers la fin des ontogénies, ou bien envisager une sorte de principe d'accélération du développement permettant d'enregistrer toutes les étapes de l'évolution des espèces. Ce dernier principe de condensation par accélération, Perrier l'avait appelé tachygenèse<sup>29</sup> (et n'hésitait pas à le relier à un principe d'hérédité fortement inspiré du néo-lamarckisme ambiant) : la durée de l'ontogénie étant limitée, chacune des étapes s'était raccourcie et accélérée pour faire place à de nouveaux traits s'ajoutant en fin d'ontogénie chez les animaux avec un degré de complexité croissant. Perrier ajoutait à cela l'hypothèse physique de la nébuleuse et les lois de matière et de force dégagées tout au long du dix-neuvième siècle, le cosmos se complexifiant comme le vivant au cours du temps, à partir d'éléments simples évoluant en éléments plus complexes, se prolongeant sans discontinuité en une chimie organique qui, elle-même graduellement et sans discontinuité, façonnait directement le protoplasme.

Ce double parallélisme, ontogénie/phylogénie, phylogénie/lois physiques, où les mêmes lois présidaient à l'évolution dans le temps d'une nébuleuse, du milieu physique des planètes et de la Terre, des espèces et des embryons, impliquait une croyance sans faille en l'unité de la science et en sa valeur de prédiction...encore que Perrier, sans doute rendu prudent par les critiques adressées à son collègue Flammarion, eût présenté ses suppositions exobiologiques sous une forme volontairement désinvolte. On peut aussi y voir la foi en une continuité absolue des lois de l'univers, en quelque lieu qu'elles s'exercent, où tous les domaines de la science, de l'astronomie à la biologie, glissaient les uns dans les autres sans rupture aucune.

Alors la géographie physique, la pesanteur, la chaleur, les variations saisonnières plus ou moins grandes, mais aussi la jeunesse et la vieillesse de

---

<sup>29</sup> Edmond Perrier et Charles Gravier, *Tachygenèse ou accélération embryogénique*, Paris, Masson, 1902.

la planète, la condensation de ses éléments, et plus généralement l'atmosphère des planètes déduite des lois de matière et de mouvement pouvaient jouer le rôle de milieu, dont les variations modifiaient sensiblement les formes vivantes sur les planètes habitables, sans en faire disparaître les traits structuraux fondamentaux et les formes de base (végétaux, animaux, herbes, insectes, reptiles, oiseaux, dinosaures etc.) qui étaient restreints dans des limites indépassables par les lois de recapitulation et du développement progressif. La vie, dans tous les mondes habitables, était le fruit de certaines circonstances environnementales et développementales transmises par hérédité des caractères acquis, plus communément dite néo-lamarckienne. La lutte pour la vie relevait de déséquilibres démographiques de type malthusien. L'idéal eugénique et politique de Perrier (qui présida longtemps la Société Eugénique Française) s'exprimait par contre ouvertement, dans sa description, utopique à ses propres dires, d'une société martienne d'où avaient disparu les contestataires, et qui était peuplée de grands épianthropes blonds aux yeux bleus.

Toutes ces croyances en l'unité de la science, en des lois universelles de nature s'appliquant en toute circonstance et en tout lieu, en la toute puissance de la connaissance de ces lois – on parlera facilement à ce sujet de scientisme – avaient été celles du XIX<sup>ème</sup> siècle dans son ensemble. En 1911, elles venaient sans doute un peu tard, dans un monde où l'unité des lois physiques se fissurait, où s'élaboraient en thermodynamique et en physique atomique, de nouveaux paradigmes, où en biologie les lois de recapitulation haeckeliennes commençaient à être contestées, ainsi que l'hérédité des caractères acquis<sup>30</sup>.

La croyance même en une forme de vie dans les planètes, souvent associée au spiritisme, que Flammarion avait affirmée dans de nombreux ouvrages, était certes toujours aussi populaire. En 1907 encore, Flammarion affirmait la supériorité des Martiens sur les Terriens, croyait tout comme Perrier aux esprits, et proclamait que les Martiens avaient depuis longtemps tenté d'entrer en communication avec les Terriens. Mais Perrier allait plus loin que Flammarion en développant les lois biologiques censées rendre compte de la structure des extra-terrestres, et ces lois étaient tout particulièrement remises en causes dans l'immédiat avant-guerre. Ainsi, si les proclamations de Flammarion sur les Martiens furent en 1907<sup>31</sup> l'objet d'un

---

<sup>30</sup> Cf. Stephen Jay Gould, *Ontogeny and Phylogeny*, the Belknap Press of Harvard University Press Cambridge Mass., London 1977. Bien que Perrier mentionne Mendel dans son ouvrage, il n'en retient que l'atavisme, réapparition de certains caractères sautant quelques générations.

<sup>31</sup> Voir le commentaire qu'en fait le New York Times du 10 novembre 1907.

article attentionné dans le New York Times, l'ouvrage de Perrier y fut recensé en 1912 avec un certain détachement ironique et accompagné de dessins dont l'aspect caricatural paraît assez évident. Ce texte venait sans doute un peu trop tard, avec trop de détails, pour son époque.

Peut-être est-ce là l'une des raisons de la discrétion avec laquelle fut assurée la distribution de cet ouvrage, dont nous n'avons pas trouvé de recension française, et qui demeure aujourd'hui absent de toutes les bibliothèques y compris de la Bibliothèque nationale.



***Société d'Histoire et d'Épistémologie  
des Sciences de la Vie***

BULLETIN D'ABONNEMENT ET D'ADHÉSION 2010

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Ci-joint un chèque d'un montant de : \_\_\_\_\_

Formule d'adhésion choisie, cocher la case :

**10 €** : Etudiant ou sans emploi (avec photocopie d'un justificatif) – Adhésion simple sans abonnement

**30 €** : Etudiant ou sans emploi (avec photocopie d'un justificatif) – Adhésion + abonnement

**42 €** : Tarif normal – Adhésion + abonnement

**100 € et plus** : Membre bienfaiteur - Adhésion + abonnement

Adresse (à laquelle courrier et Bulletin doivent être envoyés) : \_\_\_\_\_

Adresse de courrier électronique (pour l'envoi des informations) : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_ Signature : \_\_\_\_\_

Paiement par chèque à l'ordre de la ***Société d'Histoire et d'Épistémologie des Sciences de la Vie***

Les abonnements doivent être souscrits auprès du trésorier

Monsieur Olivier Perru,

51 rue François Peissel, 69 300 Caluire, France

Pour les virements : compte à "La Poste", au nom de la Société d'histoire et d'épistémologie des sciences de la vie.

CCP n° 38295 18 K 033 La Source ;

n° IBAN (nécessaire pour les virements internationaux) : FR86 2004

1010 1238 2951 8 K03 318. n° BIC :PSSTFRPPSCE



***Bulletin d'Histoire et d'Épistémologie  
des Sciences de la Vie***

BULLETIN D'ABONNEMENT SEUL 2009

Nom : Prénom :

Institution :

Adresse :

Ci-joint un chèque d'un montant de :

Date :

Signature ou cachet :

Formule d'adhésion choisie, cocher la case :

**30 €** : prix de l'abonnement la France et communauté européenne.

**40 €** : prix de l'abonnement pour l'étranger

Adresse (à laquelle courrier et Bulletin doivent être envoyés) :

Adresse de courrier électronique (pour l'envoi des informations) :

Paiement par chèque à l'ordre des  
Éditions Kimé  
2 impasse des Peintres, 75002 Paris, France.