



HAL
open science

LE RÔLE DE LA MICROSCOPIE ET DE L'HISTOLOGIE EXPÉRIMENTALE DANS LA DISTINCTION DES DEUX PROGRAMMES DE PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

Jean-Gaël Barbara

► **To cite this version:**

Jean-Gaël Barbara. LE RÔLE DE LA MICROSCOPIE ET DE L'HISTOLOGIE EXPÉRIMENTALE DANS LA DISTINCTION DES DEUX PROGRAMMES DE PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. Vrin. Claude Bernard, In press. hal-04290542

HAL Id: hal-04290542

<https://hal.science/hal-04290542v1>

Submitted on 16 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

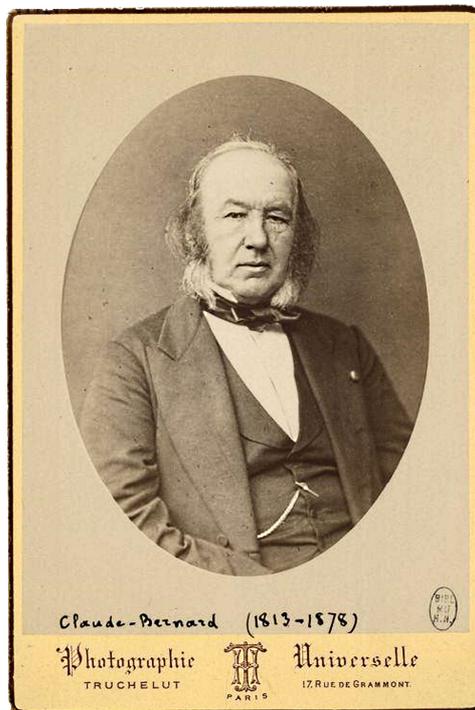
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE RÔLE DE LA MICROSCOPIE ET DE L'HISTOLOGIE EXPÉRIMENTALE

DANS LA DISTINCTION DES DEUX PROGRAMMES DE PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE CHEZ CLAUDE BERNARD

JEAN-GAËL BARBARA

Sorbonne université, UPMC université Paris 06, Institut de Biologie Paris Seine (IBPS), Neurosciences Paris Seine, UMR CNRS 8246, Inserm 1130 & Sorbonne Paris Cité, Paris Diderot, Philosophie, Histoire, SPHERE, CNRS UMR7219.



INTRODUCTION

Le rapport qu'entretient avec l'anatomie la physiologie de Claude Bernard, d'un bout à l'autre de sa carrière scientifique, semble a priori laisser une place secondaire aux données des sciences morphologiques. Cela ressort notamment de la place accordée à ces disciplines dans les leçons de Bernard consacrées à revendiquer l'autonomie de la physiologie expérimentale entre 1855 et 1865, et dans les *Leçons sur les phénomènes communs aux animaux et aux végétaux* éditées en 1878 et 1879¹.

¹ C. Bernard, *Leçons sur les phénomènes communs aux animaux et aux végétaux. Cours de physiologie générale du Muséum d'histoire naturelle*, 2 tomes, Paris, Baillièrre, 1878-1879. On croit souvent à tort que ces leçons constituent les dernières doctrines attribuables à

Cependant, entre 1855 et 1878, Claude Bernard a défendu des positions beaucoup plus subtiles sur l'importance des sciences morphologiques dans sa physiologie générale et dans la fondation d'une future médecine scientifique, d'une manière évolutive généralement peu prise en compte². La biographie de Claude Bernard permet aussi de nuancer le jugement selon lequel Bernard a toujours considéré l'anatomie comme secondaire, en montrant qu'il a entretenu très tôt dans ses études scientifiques un vif intérêt pour les études anatomiques, et en particulier microscopiques, même s'il ne maîtrisa jamais la discipline de l'histologie microscopique. D'autre part, l'analyse de ses positions sur l'anatomie montre que son idée de subordination de l'anatomie à la physiologie expérimentale apparaît plutôt comme une position de principe, certes justifiée d'une certaine manière, mais que Bernard se permet de nuancer, au gré de ses propres expérimentations destinées à ses élèves du Collège de France, et dans ses propositions théoriques sur la définition de la physiologie générale.

Dans cette perspective, il est alors possible de replacer les *Leçons sur les phénomènes communs*³ dans un cadre plus large, en les situant dans l'ensemble des projets de cours prévus à l'édition par Claude Bernard, dont certains ne furent pas publiés en raison de sa disparition, parmi lesquels on trouve un volume entier qui devait être entièrement consacré aux sciences morphologiques. Ainsi le dernier cours de physiologie générale, relu et corrigé par Bernard, des *Leçons sur les phénomènes communs* représente-t-il plutôt un « autre aspect »⁴ de cette physiologie qui aurait dû être tempéré par d'autres leçons accordant une place plus large à l'anatomie et à l'histologie en particulier.

Pour notre analyse, nous avons réalisé une étude de la place qu'accorde Claude Bernard tout au long de sa carrière au microscope et aux études d'histologie, en particulier à l'histologie expérimentale, par l'analyse de la plus grande partie de son œuvre publiée. Dans ce travail, un effort

Claude Bernard dans lesquelles il place au second plan les données morphologiques et le concept de cellule. Mais ces leçons devaient être suivies d'autres, selon un programme déjà établi par Bernard. De plus, les perspectives cellulaires apparaissent en pointillés dans ces leçons, et en meilleure place dans un volume de leçons de physiologie opératoire édité et publié en 1879 par Mathias Duval.

² Sur l'évolution de la physiologie bernardienne, voir J.G. Barbara, « Biological generality and general anatomy from Xavier Bichat to Louis Antoine Ranvier », dans K. Chemla, R. Chorlay, D. Rabouin, (éds.), *The Oxford Handbook of Generality in Mathematics and the Sciences*, Oxford U.P., 2016, p. 359-384. Voir aussi J.G. Barbara, « Les élèves de Claude Bernard », *Lettre des neurosciences*, 42, 2012, p. 3-5 ; J.G. Barbara, Pierre Corvol (éds.), *Les élèves de Claude Bernard*, Paris, Hermann, 2012 ; J.G. Barbara, « Évolutions de la "méthode scientifique" dans l'école de Claude Bernard », dans F. Duchesneau, J.-J. Kupiec, M. Morange (éds.), *Claude Bernard, la méthode de la physiologie*, Paris, Éditions Rue de d'Ulm, 2013, p. 83-104.

³ *Leçons sur les phénomènes communs...*, 1878, *op. cit.*

⁴ Selon le terme employé par l'éditeur J.-B. Baillièrre en avant-propos des *Leçons sur les phénomènes communs...*, *op. cit.* Selon lui, Claude Bernard avait conçu ces leçons comme « une série parallèle au Cours de médecine professé au Collège de France » ; « C'était poursuivre, continue Baillièrre, sous un autre aspect, un même objet, l'étude de la vie ».

particulier a été consacré à remettre les textes édités à différentes périodes dans l'ordre chronologique réel, en tenant compte de toutes les indications de dates dans les introductions des volumes des leçons et dans les leçons elles-mêmes, en fonction parfois des différentes dates de réédition et en tenant aussi compte des leçons éditées dans des journaux et non éditées dans des volumes.

Il ressort de cette analyse que Claude Bernard a défendu tout au long de sa carrière deux approches de la physiologie générale⁵, dont l'une fut basée sur une approche expérimentale physico-chimique de la matière vivante et dont l'autre fit la part belle aux sciences morphologiques expérimentales utilisant le microscope⁶. Dans cette seconde approche, Bernard accorda à la morphologie une place plus ou moins importante, selon les périodes, dans la définition de sa physiologie générale, tout en la prônant comme base d'une physiologie cellulaire qu'il adopta lui-même de sa lecture des travaux venus d'Allemagne, pour fonder en France un courant de recherche qui eut une réelle postérité au tournant du XX^e siècle.

L'attrait de Claude Bernard pour les dissections et les « vivisections sous le microscope »

Claude Bernard, étudiant en médecine, puis préparateur en physiologie, adepte de la vivisection, a d'abord été un anatomiste très doué, remarqué entre autres pour cette qualité par François Magendie⁷. Bernard devient dans ses travaux expérimentaux un ardent défenseur d'une anatomie précise pour la pratique de la vivisection, parce qu'elle livre des indications précieuses pour l'expérimentation *in vivo*⁸, même si elle induit parfois en erreur concernant la détermination *a priori* des fonctions des organes par des généralisations hâtives. En suivant les conseils de Magendie, Claude Bernard assure que le succès des vivisections repose sur une connaissance chirurgicale minutieuse, elle-même basée sur la connaissance anatomique la plus fine.

Au sujet des recherches microscopiques, Claude Bernard adopte d'abord la position ambivalente de François Magendie à leur sujet, tout en

⁵ Nous avons déjà défendu cette thèse dans un article précédent. J.G. Barbara, 2013, *op. cit.*

⁶ Au sujet des sciences morphologiques non microscopiques, Laurent Loison a montré que la position de Bernard est beaucoup plus incertaine et contradictoire en renonçant finalement à une « maîtrise expérimentale des lois de la morphologie », selon une « anatomie expérimentale ». Voir L. Loison dans ce volume. Voir aussi L. Loison, « Le concept de cellule chez Claude Bernard et la constitution du transformisme expérimental », dans J.G. Barbara, P. Corvol, 2012, *op. cit.*

⁷ Voir Raymond Millet, *La vie de Claude Bernard ou l'aventure scientifique*, Paris, Les éditions de la nouvelle France, 1945, p. 74.

⁸ Bernard utilise ses connaissances anatomiques et ses dons de micro-dissection avec des stimulations électriques et chimiques pour ses deux premiers articles sur les cordes tympaniques, dont il fut très fier. C. Bernard, « Recherches anatomiques et physiologiques sur la corde de tympan », *Annales médico-psychologiques*, 1, 1843, p. 408-439. C. Bernard, « Quelques observations relatives à l'action de la corde du tympan dans la gustation », *Annales médico-psychologiques*, 2, 1843, 195-200.

se formant dans un cours privé de microscopie⁹. Magendie avait manifesté des réticences quant à l'emploi du microscope et d'autres nouveaux instruments de la physiologie – comme le galvanomètre¹⁰ – en raison des défauts des appareils disponibles, mais cependant il utilisa lui-même le microscope pour en tirer des observations nouvelles en physiologie, par exemple sur les globules rouges¹¹. Aussi, Claude Bernard n'hésitera-t-il jamais à utiliser lui-même également le microscope dans ses recherches de physiologie en préconisant son emploi tout en préservant les cellules maintenues vivantes dans leur milieu.

Ces emplois du microscope représentaient déjà en réalité pour Bernard une certaine forme d'« histologie expérimentale » ou une « vivisection sous le microscope »¹², surtout si le milieu était modifié expérimentalement par l'utilisation d'un réactif ou d'un agent pharmacologique. Ce sont par exemple les observations de globules rouges vivants où Bernard entrevoit un rôle de la fibrine dans leur maintien en suspension dans le sang. Bernard observe aussi le maintien de la forme des globules rouges durant une transfusion sanguine d'une espèce à une autre. Ces perspectives expliquent pourquoi Bernard se montrera toujours attentif à l'histologie allemande, et en particulier aux travaux sur les cellules de Rudolph Virchow (1821-1902) et de Franz von Leydig (1821-1908).

La place de la microscopie expérimentale dans les leçons de physiologie de 1854 et 1855

En 1854, Claude Bernard est élu à l'Académie des sciences et on ouvre pour lui par décret le 17 mars, une chaire de *Physiologie générale* à la Sorbonne, après remaniement des deux chaires de botanique. Dans cette chaire Bernard réalise un enseignement dogmatique de physiologie pour des étudiants en médecine, dans lequel il précise la place de l'anatomie et de la chimie en physiologie.

⁹ Claude Bernard a suivi le cours de microscopie de David Gruby à partir de 1842, en compagnie d'autres savants souhaitant se former à cette technique ; il s'agit de Pierre Flourens, Henri Milne-Edwards et François Magendie. Claude Bernard travaillait alors sur son doctorat sous la direction de ce dernier. Raphaël Blanchard, « Notices biographiques III. David Gruby, 1810-1989 », *Archives de parasitologie*, 2, 1899, 43-74. Claude Bernard connaissait également bien le microscopiste Alfred Donné dont il avait été le voisin au cours de son internat à l'Hôtel-Dieu (Lettre à Mme Raffalovitch citée dans Jean Bernard, « Claude Bernard et la médecine contemporaine », *Bull. Acad. Med.*, 62, 1978, 315-321). A. Donné dut être vraisemblablement invité plus tard par Magendie pour donner des démonstrations de microscopie dans la chambre noire du Collège de France où furent également conviés d'autres microscopistes qui apparaissent dans ses leçons de physiologie.

¹⁰ J.G. Barbara, 2013, *op. cit.*

¹¹ Voir J.G. Barbara, 2017. « Claude Bernard et le microscope » dans J.G. Barbara, F. Clarac (éds.), *Le cerveau au microscope : la neuroanatomie française aux XIX^e et XX^e siècles*, Paris, Hermann, 2017, p. 59-70.

¹² Selon les expressions que Bernard utilise dans l'*Introduction*. Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris, Baillière, 1865.

La leçon d'ouverture de ce cours de physiologie générale en Sorbonne du 1^{er} mai 1854 est un événement en présence d'un « brillant auditoire »¹³, dont le protecteur et mentor de Bernard, Pierre Rayer, médecin ordinaire de Napoléon III, professeur de médecine comparée et doyen de la faculté de médecine de Paris. Dans le projet de décret de la chaire, le ministre de l'Instruction publique et des Cultes Hippolyte Fortoul avait souhaité à Claude Bernard d'y répandre un « grand éclat ». Dès la leçon d'ouverture, Bernard présente l'« union intime et nécessaire entre la physiologie et l'anatomie, la physique et la chimie »¹⁴.

Dans cette leçon et dans le cours lui-même, Bernard tente cette union en mariant d'abord timidement microscopie et physiologie générale par l'inclusion d'analyses microscopiques¹⁵. Par exemple, Bernard étudie pour ce cours les conditions nutritives de la croissance des levures sous le microscope, en indiquant le caractère dogmatique de cette perspective cellulaire de physiologie générale qui utilise le microscope. Mais Bernard considère aussi ces observations comme une nouvelle voie de recherche qu'il décrit également dans ses leçons données au Collège de France en 1855. Bernard y présente sa découverte de la nécessité du sucre pour la croissance des levures observée sous le microscope comme une véritable expérimentation avec des aspects aussi bien cellulaires que chimiques.

Sur un plan plus théorique, Bernard réfute encore, dans ses leçons de 1854 en Sorbonne, la découverte de propriétés des éléments du vivant par le microscope : « L'anatomie sait dire aujourd'hui, grâce au microscope : cet élément est une fibre, donc il se contracte, mais c'est l'expérimentation qui a montré que cette fibre se contractait. Si le micrographe voit une cellule, il dit que là se fait une sécrétion. Ce n'est pas la forme de l'élément anatomique qui lui fait découvrir cette propriété, c'est l'expérience »¹⁶.

Mais dans ses leçons du Collège de France de 1855, Bernard pèse alors ses propos sur les liens entre anatomie et physiologie pour la physiologie générale et sa discussion sur la déduction anatomique – la déduction des propriétés des éléments histologiques par inspection de leur forme – devient si nuancée qu'on y décèle un début de changement sur le rôle de l'anatomie microscopique en physiologie.

Bernard était parti de l'idée que la déduction anatomique avait certes donné lieu par le passé à des découvertes, mais qu'elle était à présent comme « épuisée », comme si l'anatomie ne disait plus rien, car elle n'indiquait rien des propriétés chimiques. Dans la première leçon de son

¹³ *Le Moniteur des Hôpitaux*, mardi 2 mai 1854, p. 409.

¹⁴ *Ibid.*, p. 410.

¹⁵ Claude Bernard fait référence aux observations microscopiques relatives à l'ajout de sucre dans les milieux de culture des levures de bière, réalisées pour sa leçon du Collège du 3 février 1855 : « À l'occasion de l'enseignement qui m'a été confié à la Faculté des sciences, j'ai été conduit à faire quelques recherches de *physiologie générale*, qui m'ont amené à la découverte que je vais vous exposer aujourd'hui. Je portais mes études sur les conditions d'existence et de développement des cellules organiques ». C. Bernard, *Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine*, Paris, Baillière, 1855, tome I, p. 252.

¹⁶ *Le Moniteur des Hôpitaux*, mardi 2 mai 1854, p. 411.

cours du 23 décembre 1854, en tant que suppléant de François Magendie au Collège de France, au cours de laquelle il introduit l'usage du microscope, Bernard reprend encore son attaque de « la déduction anatomique [...] armée du microscope, des différentes parties [des organes] qui composent sa texture anatomique ou cadavérique »¹⁷ avec l'exemple classique du pancréas considéré à tort comme une glande salivaire¹⁸.

C'est alors que Bernard explicite une nuance au sujet de l'« induction anatomique » : « Une fois que nos sens ont constaté expérimentalement la forme et les propriétés de la matière, seulement alors le rôle du raisonnement commence ; notre esprit établit entre la forme et les propriétés un rapport constant qui devient le point de départ de l'induction pour prédire la propriété d'après la forme, et *vice versa* »¹⁹. Ce point marque une étape dans l'évolution de la pensée de Bernard, mais bien entendu, il ne fait nul doute pour lui que l'établissement de cette équivalence est dirigé par la méthode expérimentale de la physiologie²⁰.

Un nouvel intérêt de Claude Bernard pour l'histologie dans les années 1860

De 1854 à 1860, puis par intermittence en raison de sa maladie en 1861-1863, et de nouveau à partir d'avril 1864, Bernard dispense ses leçons à la fois au Collège de France et à la Sorbonne, dans lesquelles une inflexion cellulaire apparaît alors très nettement avec une nouvelle importance accordée à l'histologie. Cette évolution est très nette entre 1854 et 1864, puis elle culmine dans son *Rapport* de 1867²¹, avec le projet d'une « maîtrise expérimentale des formes des vivants »²².

Dans les leçons de la Sorbonne de 1854, le terme de cellule est très peu employé et son usage est presque anecdotique, sauf pour traiter des cellules des glandes. Bernard justifie de ne pas présenter de données d'anatomie microscopique qu'il qualifie de « détails anatomiques ». Mais un changement apparaît dans le cours de médecine du Collège de France de 1858²³. Dès les premières leçons, notamment celle du 17 mars 1858, avant la présentation ultérieure de la théorie cellulaire, Bernard démontre que le microscope peut être un outil de la physiologie, si l'on modifie le milieu des cellules vivantes en agissant sur ses substances nutritives, ou si l'on emploie des réactifs chimiques, ce qui permet de parler de « vivisection sous le microscope ».

¹⁷ Cl. Bernard. *Leçons de physiologie expérimentale*, 1855, *op. cit.*, tome II, p. 2.

¹⁸ *Ibid.*, p. 11

¹⁹ *Ibid.*, p. 8.

²⁰ Cl. Bernard. *Leçons de physiologie expérimentale*, 1855, *op. cit.*, tome II, p. 10.

²¹ Cl. Bernard. « Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France », dans *Recueil de rapports sur les progrès des lettres et des sciences en France*, Paris, Imprimerie impériale, 1867.

²² Selon l'expression de L. Loison. Voir L. Loison, dans ce volume.

²³ Cl. Bernard. *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme*. Paris, Baillière, deux tomes, 1859.

Il est possible de donner quelques exemples de ces approches expérimentales : une observation de globules rouges vivants²⁴, une observation de la croissance des levures entre lame et lamelle pour le test de la présence du sucre dans une goutte de sérum²⁵, une observation des cellules lactées du jabot du pigeon avec détermination de la fonction de ces cellules épithéliales dans la lactation²⁶, une observation de l'absence de marquage au bleu de Prusse de la muqueuse stomacale observée au microscope²⁷ démontrant que l'acide gastrique²⁸ n'apparaît pas dans l'épaisseur de la muqueuse²⁹, et des observations sur les globules blancs et leurs fonctions plastiques³⁰.

Le contexte général de ce changement de perspective est le tournant cellulaire des sciences morphologiques allemandes avec la parution de la *Pathologie cellulaire* de Rudolf Virchow en 1858, et en 1861 dans sa version française³¹. À partir de 1860, au début de sa maladie, Bernard se retire à Saint-Julien où il a acheté la gentilhommière située en face de sa maison natale, où il passe plus de temps à la lecture.

C'est dans ce contexte que Bernard revendiquera des vues proches de celles de Virchow. Par exemple, dans les notes qu'il prit à partir de 1858 pour la rédaction de ses *Principes*³², Bernard reconnaît l'avancée des approches cellulaires allemandes, mais il revendique d'avoir eu la même perspective théorique que Virchow dans son cours de pathologie expérimentale de 1859 alors publié en anglais dans le journal *Medical Times and Gazette*³³ : « Il faut aujourd'hui ramener toute la médecine à l'élément organisé. J'ai dit cela en 1859 (*Medical Times*, Virchow a émis la même idée dans la pathologie cellulaire). D'ailleurs cette tendance analytique s'est toujours manifestée. Haller la cherche dans les tissus, Bichat généralise et crée l'anatomie générale. Aujourd'hui, on va plus loin ; du tissu on est descendu dans la cellule ou l'élément primitif qui est lui-même un organisme élémentaire [...] »³⁴. Mais chez Claude Bernard, le terme d'« histologie » a pour synonyme l'« anatomie générale » dans la perspective de Bichat.

L'évolution générale des perspectives cellulaires dans les ouvrages de médecine est objectivée par l'augmentation des taux d'occurrence de

²⁴ Pour étudier le rôle de la fibrine et l'intégrité des globules rouges lors de transfusions. Cl. Bernard, 1859, *op. cit.*, tome I, p. 465, 471.

²⁵ *Ibid.*, tome II, p. 129.

²⁶ Le « lait de pigeon », *ibid.*, tome II, p. 235 et suiv.

²⁷ *Ibid.*, tome II, p. 377.

²⁸ L'acide chlorhydrique.

²⁹ D'où l'hypothèse de l'apparition de l'acide par la filtration du sang.

³⁰ Cl. Bernard, 1867, *op. cit.*, p. 62.

³¹ R. Virchow, *Die Cellularpathologie*, Berlin, Verlag, 1858. Traduction française, *La pathologie cellulaire*, Paris, Baillière, 1861.

³² Cl. Bernard. *Les principes de médecine expérimentale*, Paris, PUF, 1947.

³³ Avant sa publication ultérieure en français dans *Leçons de pathologie expérimentale*, Paris, Baillière, 1872.

³⁴ Cl. Bernard. *Les principes...*, 1947, p. 16.

certaines termes dans les titres comme « histologie », « théorie cellulaire », « cellule ». On observe en effet une croissance exponentielle dans l'utilisation de ces termes à partir de 1860, aussi bien dans les corpus de langue anglaise que germanique. Mais l'on observe une augmentation synchrone du terme de « physiologie générale » seulement pour le corpus français. On interprète cela par la prégnance en France de la physiologie expérimentale, dans le sillage de laquelle s'introduit l'histologie, avec par exemple le rôle important de l'histologiste Louis Ranvier, proche, élève et préparateur de physiologie de Claude Bernard, dans le développement de l'histologie normale³⁵.

Dans les leçons de Claude Bernard des années 1860, et surtout à partir de mai 1864, les variations des taux d'occurrence notés ci-dessus se corrélaient avec un emploi plus important du concept de cellule. Ce contexte est aussi celui de la chaire d'histologie du microscopiste opposé à la théorie cellulaire³⁶, Charles Robin, chaire créée en France en 1862 après celle de Strasbourg³⁷, à laquelle Bernard rend hommage. C'est aussi celui de la publication de nouveaux traités d'histologie³⁸.

Dans ses leçons de physiologie générale de la Sorbonne de 1864, Claude Bernard prône désormais l'étude des « éléments histologiques » comme faisant partie de ce qu'il nomme l'« organisation ». Il s'agit de l'« organisation » « du point de vue physiologique »³⁹, c'est-à-dire « au point de vue de la physiologie générale »⁴⁰, en tant qu'étude des « conditions élémentaires des phénomènes de la vie »⁴¹.

Si l'on compare les leçons d'ouverture des cours de physiologie générale de la Sorbonne, d'avril 1854 et de mars 1864, le changement de

³⁵ J.G. Barbara, « Louis Ranvier (1835-1922): the contribution of microscopy to physiology, and the renewal of French general anatomy », *Journal of the History of the Neurosciences*, 16, 2007, 413-431; J.G.Barbara, « Deux disciples, deux disciplines du cercle de Claude Bernard : Louis Ranvier et Auguste Chauveau », dans *Les élèves de Claude Bernard*, 2012, *op. cit.*, p. 91-108 ; J.G. Barbara, *op. cit.*, 2016 ; J.G. Barbara, « Louis Ranvier, l'anatomie générale microscopique et les recherches sur les cellules nerveuses », dans J.G. Barbara, F. Clarac (éds.), 2017, *op. cit.*, p. 71-88.

³⁶ Laurent Loison, Pourquoi refuser la théorie cellulaire ? Le projet d'une anatomie chimique chez Charles Robin (1821-1885), *Revue d'histoire des sciences*, 68, 2015, 23-45 ; Marion Thomas, Charles Robin et Émile Littré : débats sur la cellule et la continuité du vivant dans les manuels de physiologie et les cercles intellectuels dans la deuxième partie du XIX^e siècle, in Thomas Klinkert (dir.), Gisèle Sésinger (dir.), *Littérature française et savoirs biologiques au XIX^e siècle. Traduction, transmission, transposition*, Berlin, Boston, De Gruyter, 2020, p. 265-280.

³⁷ Claude Bernard mentionne la création de cette chaire dans la leçon d'ouverture du cours de pathologie expérimentale de l'année 1864, dans *Leçons de pathologie expérimentale*, 1872, *op. cit.*, p. 408.

³⁸ Par exemple, le *Précis d'histologie humaine* de C. Morel (1860, 1863), le *Traité d'histologie* de J.-A. Fort (1863), le *Cours d'histologie de la faculté de médecine de Paris* de Ch. Robin (1864), Le *Précis d'histologie humaine d'après les travaux de l'École française* de G. Pouchet (1864),... et pour l'Allemagne, les *Éléments d'histologie humaine*, version française, de A. Kölliker (1862).

³⁹ *Revue des cours scientifiques de la France et de l'étranger*, 9 avril 1864, p. 231. Ces cours ont été édités dans les *Leçons sur les propriétés des tissus vivants*. Paris, Baillière, 1866.

⁴⁰ *Ibid.*

⁴¹ *Ibid.*, p. 230.

point de vue est alors frappant. Là où Bernard prônait l'étude « 1° du milieu », « 2° de l'organisme », il prône dix ans plus tard : « 1° l'organisation », « 2° le milieu »⁴². Bien sûr Bernard se défend d'entendre par « organisation » l'étude purement anatomique des formes spéciales des animaux qu'il rattache à la zoologie, mais son concept d'« organisation » inclut bien une dimension histologique.

Dès la leçon d'ouverture du cours de 1864, Bernard évoque d'ailleurs la théorie cellulaire et présente la « cellule » comme l'une des conditions élémentaires des phénomènes de la vie. Ce point de vue théorique est rattaché naturellement à son nouvel intérêt pour l'histologie qui est amenée selon lui à de grands développements : « C'est alors, en 1839, écrit Bernard, qu'apparaissent Schleiden et Schwann, qui trouvent toutes ces idées préparées [sic], et généralisent la cellule comme condition élémentaire de l'organisation, Schwann dans les animaux, Schleiden dans les végétaux. Ils montrent que les tissus se développent par des cellules. Alors s'ouvre pour l'histologie une nouvelle ère ».

Bernard ne renonce toutefois pas à cultiver une certaine ambiguïté pour les sciences anatomiques. On sait qu'il se réfugie encore derrière l'abondance et la fréquence de termes tels que *éléments*, *élémentaires*, *parties élémentaires*, *éléments histologiques*, etc. en conservant parfois l'idée de Robin que les tubes nerveux ne seraient pas ou plus des cellules. Cependant, Bernard évolue encore sur sa position relative à la déduction anatomique. Dans la leçon d'ouverture de 1864, dans les *Principes*, et dans l'*Introduction*, Bernard indique que la déduction anatomique à l'échelle microscopique est possible, mais que la corrélation structure-fonction doit d'abord nécessairement être établie *expérimentalement*. À ce stade, l'anatomie et l'histologie sont importantes, mais elles demeurent encore secondaires dans la méthode expérimentale et subordonnée à la physiologie.

Place importante de l'histologie dans le *Rapport de 1867* de Claude Bernard consacré à la physiologie

En 1863, Bernard travaille normalement à Paris, puis en 1864 il est invité par l'Empereur Louis Napoléon et l'Impératrice Eugénie à passer une semaine au château de Compiègne pour leurs « séries », où il a le privilège d'une audience de deux heures avec l'Empereur⁴³, durant laquelle il évoque son manque de moyens en Sorbonne. En 1866, Pasteur écrit un article élogieux sur Claude Bernard tout en mettant en lumière ses mauvaises conditions de travail. C'est alors un nouvel épisode de fortes douleurs abdominales qui oblige Bernard à se retirer de nouveau à Saint Julien. Louis Napoléon lui envoie un télégramme lui souhaitant un prompt rétablissement,

⁴² *Ibid.*

⁴³ Pour les aspects biographiques relatifs à Claude Bernard, voir Peter Wise, *Un défi sans fin, La vie romancée de Claude Bernard*, Publibook, 2011.

et par la suite l'invite à écrire un texte sur les progrès et les réalisations en physiologie générale en France qui deviendra son *Rapport* de 1867⁴⁴.

Dans le *Rapport*, Bernard tire les conséquences de la nouvelle importance que revêt désormais l'histologie dans son propre travail, en miroir du développement plus important de cette discipline en Allemagne dans les grands instituts beaucoup mieux dotés et équipés qu'en France. Bernard commence par présenter l'anatomie et l'histologie d'une nouvelle manière, comme une méthode, mais une méthode désormais considérée comme aussi importante que la chimie. Il présente en effet le « trépied » : chimie – anatomie – physiologie. Cela constitue un réel changement de point de vue par rapport à sa première physiologie des organes dans laquelle l'anatomie ne donnait qu'une topographie des données d'analyse chimique aboutissant à la découverte des fonctions des organes. Claude Bernard revendique de poursuivre d'une nouvelle manière la voie tracée par Lavoisier, Laplace, Bichat et Magendie en étudiant les manifestations vitales par leurs conditions non seulement physico-chimiques, mais aussi anatomiques, en distinguant par l'histologie au microscope d'une manière plus fine les éléments anatomiques dans lesquels on doit rechercher la localisation des propriétés physiologiques.

C'est déjà avec un tel principe que Magendie avait pu distinguer anatomiquement et physiologiquement les racines rachidiennes sensitives et motrices. Claude Bernard lui-même avait réalisé l'importance de l'analyse histologique dans l'analyse des pathologies nerveuses⁴⁵, de sorte qu'il fut amené à parler de l'importance de l'« histologie en évolution »⁴⁶, en référence à la science allemande, notamment dans l'étude des « radicaux physiologiques » et dans l'analyse des progrès de la physiologie des « systèmes et éléments nerveux et musculaires ». L'expression « radicaux physiologiques »⁴⁷ fait référence à une histologie fonctionnelle, comme celle inspirée par exemple par la découverte citée de Magendie, et qui aboutira à ce qu'on l'on nommera au tournant du XX^e siècle l'*histophysiologie*.

En conséquence, Bernard retient pour la « physiologie générale » l'importance de l'étude microscopique et fonctionnelle des « éléments histologiques », en tenant compte de leurs propriétés, comme l'irritabilité. Mais l'irritabilité repose pour lui sur une « substance » contractile, une « matière vivante », le « protoplasma »⁴⁸. De sorte qu'il rééquilibre en

⁴⁴ C. Bernard, 1867, *op. cit.*

⁴⁵ C. Bernard. *Leçons de pathologie expérimentale*, 1872, *op. cit.*, p. 66-67, à propos d'une régénération nerveuse suite à la résection d'une tumeur chez l'homme. Bernard parle de l'importance de l'« anatomie pathologique microscopique » dans l'*Introduction*, p. 197-199.

⁴⁶ L'« histologie en évolution » désigne ici l'évolution de la physiologie, c'est-à-dire la marche de ses progrès.

⁴⁷ Voir les analyses de François Duchesneau dans ce volume.

⁴⁸ Claude Bernard utilise le terme de protoplasma à partir au moins de 1858. *La France médicale et pharmaceutique*, le 1^{er} janvier 1859, p. 125. Bernard considère alors le protoplasma comme le siège de l'« évolution organique » (le développement des cellules) dont le glycogène et l'amidon en sont des constituants respectivement chez les animaux et les végétaux.

réalité deux approches de sa physiologie générale, une physiologie générale cellulaire et une physiologie générale physico-chimique de la matière vivante. On insiste sur le fait que Bernard adopte en réalité ces deux points de vue de façon complémentaire, en raison de leurs caractères mutuellement irréductibles sur un plan méthodologique : l'un basé sur le concept de cellule, l'autre exclusivement sur les lois physico-chimiques et les concepts de protoplasma et de matière vivante.

Néanmoins, à ce stade les perspectives cellulaires de Bernard sont davantage des stratégies explicatives des phénomènes physiologiques et celui-ci, on l'a vu, laisse encore assez largement de côté les « détails anatomiques ». Cependant, ces détails commencent à prendre une importance capitale, et surtout à la Salpêtrière, avec la découverte de « processus physiologiques élémentaires » normaux et morbides dans le système nerveux, par l'examen microscopique après autopsie des dégénérescences cellulaires et des phénomènes de régénération, qu'on relève par exemple dans les travaux de Waller, Bernard, Philippeaux et Vulpian et Ranvier, et qui aboutissent à une nouvelle nosographie et à une nouvelle étiologie des maladies nerveuses.

Bernard défend une approche expérimentale de l'histologie au début des années 1870

En juin 1870, juste avant le début du conflit franco-prussien, Bernard donne la leçon d'ouverture de sa nouvelle chaire du Muséum traitant de la « physiologie générale »⁴⁹. Il indique qu'il enseignera la « physiologie générale » telle qu'il l'a enseignée depuis seize années en Sorbonne, mais avec les nouveaux moyens techniques de sa chaire du Muséum, c'est-à-dire ceux de son nouveau laboratoire dont il espère qu'il se rapprochera des grands instituts allemands de physiologie, suite au *Rapport* de 1867 et à ses demandes auprès de l'Empereur.

Dans ce contexte scientifique et politique, Bernard présente alors la physiologie comme une science complexe nécessitant tous les nouveaux outils de l'histologie, à côté de ceux de la chimie organique, de la chimie physique (par exemple la spectroscopie), de l'électrophysiologie, et de la vivisection. Bernard redéfinit alors ainsi le programme de sa physiologie générale : « [...] Le laboratoire du physiologiste [est] complexe, en raison de la complexité des phénomènes qui y sont étudiés. J'ajouterai qu'il se divise naturellement en trois ordres de travaux différents : 1° les travaux de vivisection ; 2° les travaux physico-chimiques ; 3° les travaux histologiques ». On voit dans ces distinctions la nécessité de rassembler, comme en Allemagne, ces trois approches techniques dans un même institut et aussi une légitimation de demandes de moyens plus importants.

⁴⁹ *Revue des cours scientifiques de la France et de l'étranger*, 21 octobre 1871, p. 385-394. Ces cours ont été édités dans les *Leçons sur les phénomènes communs*, 1878, tome I, *op. cit.*, p. 1-19.

Aussi au début des années 1870, Bernard multiplie les changements subtils de position au sujet de l'histologie que développe son élève Louis Ranvier. Ranvier sensibilise Bernard à l'importance des nouvelles perspectives histologiques qui sont confortées par les succès de nouvelles découvertes, comme par exemple celle des « nœuds de Ranvier ». Lors des séances de vivisection, à propos d'un point d'anatomie, Bernard dit alors fréquemment à ses élèves : « Ranvier va nous expliquer cela »⁵⁰. Ranvier se spécialise en histologie et devient un expert par la lecture des auteurs allemands, par l'acquisition de leurs techniques et la reproduction de leurs résultats, avant de pouvoir élargir, voire parfois corriger, leurs observations sur des points précis⁵¹. Ranvier devient pour Bernard lui-même un spécialiste vers lequel celui-ci se tourne pour fonder ses jugements. Dans *Les Principes*, au sujet de « l'élément osseux » qui ne serait pas « une deuxième période de l'élément cartilagineux », Bernard note : « développer cette proposition ; en causer avec Ranvier »⁵².

C'est donc désormais véritablement en tant que *science* accessoire de la physiologie que Bernard place l'histologie moderne aux côtés de la chimie, comme dans la leçon d'ouverture du Muséum de 1870. Notons qu'à cette époque, anatomie et chimie se combinent déjà dans l'histologie, y compris d'une manière nouvelle, dans la physiologie cellulaire allemande, puis chez Ranvier, par l'emploi de réactifs sous le microscope, comme le bleu de Prusse employé par Bernard lui-même. Cette nouvelle histologie employant plus systématiquement des réactifs est l'approche de la physiologie cellulaire allemande dès les années 1860.

Bernard semble alors encore timidement s'éloigner du jugement de son *Rapport* de 1867 selon lequel : « Le microscope, spécialement utile à l'analyse anatomique, ne se prête que dans des circonstances exceptionnelles à l'étude des propriétés physiologiques élémentaires »⁵³. Même s'il jugeait cette approche à la fois utile et souhaitable, on note le manque de foi de Bernard en l'histologie expérimentale, mais qui s'estompe cependant devant les succès allemands et ceux de son élève Louis Ranvier⁵⁴.

On trouve dans les *Principes*, un passage vraisemblablement de la fin de l'année 1859 dans lequel Bernard revendique plus clairement encore cette perspective cellulaire expérimentale d'origine allemande, armée du microscope et de réactifs chimiques, qu'il défend alors sans réserve dans les années 1870 : « Bichat fonda ainsi l'anatomie générale, aussi bien au point de vue physiologique qu'au point de vue pathologique. Depuis cette époque

⁵⁰ Jolly J, « Louis Ranvier (1835-1922). Notice biographique », *Archives d'Anatomie microscopique* 19, 1922, I-LXXII, p. XI.

⁵¹ Pour les liens entre les élèves de Bernard et la science allemande, voir J.G.Barbara, 2013, *op. cit.*

⁵² Bernard, *Les Principes*, *op. cit.*, p. 339.

⁵³ *Le Rapport*, *op. cit.*, p. 16.

⁵⁴ On peut citer la découverte des « nœuds de Ranvier », le nouveau concept cellulaire de cellule de Schwann (la « cellule interannulaire » de Ranvier ; voir sur ce point un article récent : J.-G. Barbara, P. Foley, 2022, « The concept of the Schwann cell by Louis Ranvier and his school: the “interannular segment” as a cell unit », *J. Hist. Neurosci.*, sous presse) ou encore la découverte par Ranvier de la structure en T des neurones sensitifs des racines dorsales de la moelle épinière.

cette science a marché. Des instruments auxiliaires, le *microscope*, des *réactifs chimiques sur le microscope* ont fait pénétrer plus avant que Bichat dans la texture des tissus. On a trouvé que dans tous ces tissus divers il y a un *élément commun* qui se transforme, *la cellule*, qui est le *principe initial* de toute organisation. Schleiden créa la théorie cellulaire. Plus tard, Müller montra que dans la formation des altérations pathologiques il en est de même. Enfin, dans ces derniers temps, Virchow a généralisé la théorie cellulaire à l'état pathologique. De telle sorte qu'aujourd'hui on a poussé la recherche des phénomènes physiologiques et pathologiques jusque dans *les éléments qu'on appelle histologiques*, de même que les chimistes ont poussé l'étude des corps jusque dans la détermination »⁵⁵.

Une « physiologie des éléments » dans les leçons de physiologie opératoire (1873)

Ce n'est qu'en 1873 que Claude Bernard entreprit de rédiger sous une forme définitive l'enseignement technique de son cours de médecine du Collège de France, avec l'aide de l'anatomiste Mathias Duval⁵⁶. En raison de retards dus à la nécessité de nouvelles mises au point techniques et de nouvelles expérimentations, l'édition finale et la publication furent retardées jusqu'en 1879, après la disparition de Claude Bernard. Ce dernier tenait cette œuvre en haute estime et M. Duval rapporte qu'elle était pour lui l'une de celles sur laquelle il « reportait le plus constamment sa pensée ». Cet enseignement du Collège de France était en effet pour Bernard à ce point essentiel qu'il avait toujours insisté sur la précision des techniques opératoires, et plus généralement sur tous les aspects techniques de la physiologie, concernant aussi bien l'épistémologie de l'expérimentation que les techniques biologiques – comme par exemple les transfusions⁵⁷ – le tout généralement dans un « cadre [...] essentiellement anatomique » avec pour dimension théorique la théorie cellulaire.

Dans ce projet éditorial, les vingt premières leçons nouvellement rédigées en 1873 par M. Duval à la demande de Bernard développent une voie de la physiologie générale ayant recours de manière plus explicite encore à une *histologie expérimentale*. Une partition semble alors mieux se dessiner dans l'école bernardienne entre, d'une part, les élèves adeptes de techniques biophysiques (d'Arsonval, Gréhant, Dastre) ainsi que ceux prônant la voie d'une biochimie (Dastre) et, d'autre part, ceux défendant la théorie cellulaire et les études histologiques (Ranvier, Duval), sans qu'on note de tensions particulières entre eux, Bernard cultivant ces diverses

⁵⁵ Les *Principes*, *op. cit.* Les termes en italiques sont soulignés par nous.

⁵⁶ Cet enseignement fut présenté sous la forme d'un recueil de nouvelles leçons rédigées à cet effet par Duval, assorties d'anciennes, sous la supervision de Bernard. Claude Bernard, *Leçons de physiologie opératoire*, Paris, Baillière, 1879.

⁵⁷ Voir par exemple, Christian Bange. « Les préoccupations méthodologiques de Claude Bernard dans ses premières publications scientifiques », *Bulletin de la Shesvie*, 24, 2017, 7-25.

branches de la physiologie générale tout en essayant de maintenir entre elles un équilibre⁵⁸.

Ces vingt premières leçons sont précédées d'une introduction retrouvée par d'Arsonval dans les papiers de Bernard après sa disparition, dans laquelle l'histologie expérimentale apparaît déjà de manière plus explicite⁵⁹ : « Ici, l'histologie est une science nécessaire, car il s'agit de la physiologie des éléments, de leurs phénomènes de nutrition qui ne se localisent pas ; ils sont généralement répandus »⁶⁰. On comprend donc que l'histologie expérimentale va progressivement devenir dans ces leçons une étude fonctionnelle des cellules basée à la fois sur les caractères morphologiques (l'histologie) et l'étude fonctionnelle de leur nutrition par l'analyse chimique. Bernard présente l'histologie comme une cytologie avant l'heure qui peut rejoindre son projet d'une physiologie générale de la « matière vivante », en ce sens qu'il n'y a alors plus d'opposition entre les propriétés des éléments histologiques observées en microscopie et leurs caractères chimiques.

D'ailleurs la microscopie peut permettre de caractériser la nature chimique des éléments histologiques observés, comme Bernard l'a lui-même pratiqué par des observations de la localisation microscopique du bleu de Prusse dans la muqueuse intestinale ou encore lors d'observations de grains amylicés dans les cellules hépatiques. Il semble en effet évident que l'analyse des modes de nutrition des éléments histologiques par l'analyse chimique requiert d'observer les indices des processus chimiques en jeu à l'échelle microscopique par des changements de coloration, des déplacements de colorants ou l'apparition de nouvelles formes histologiques. C'est ainsi que Bernard définit alors l'histologie comme une sorte de physiologie à l'échelle microscopique caractéristique d'une *histologie expérimentale*.

Il est instructif de noter que dans le projet du volume des leçons de physiologie opératoire, Bernard avait prévu de tracer trois voies de la physiologie⁶¹, dont l'une où l'histologie devait tenir une bonne place. Cela devait correspondre pour Bernard aux trois stades d'étude des phénomènes physiologiques, repris dans les trois parties prévues du volume. La première partie devait être consacrée à la localisation des phénomènes vitaux par l'anatomie (le cadre) et la vivisection (les pratiques opératoires). Il devait s'agir d'une « physiologie descriptive » des organes dans laquelle le concept de déterminisme, assurant la reproduction des phénomènes dans cet enseignement technique, aurait dû avoir une place centrale. C'est aussi la première physiologie pratiquée par Bernard dans ses études sur le foie.

⁵⁸ J.G. Barbara, *Les élèves de Claude Bernard...*, 2012, *op. cit.*

⁵⁹ Duval note que l'une des introductions, retrouvées dans les papiers de Bernard et rédigées par lui, lui sembla suffisamment complète pour servir d'introduction au volume. C. Bernard, *Leçons de physiologie opératoire*, 1879, *op. cit.*, préface de Duval, p. ix.

⁶⁰ *Ibid.*, p. xii.

⁶¹ *Ibid.*, préface de Duval, p. v-vi. Ces trois voies ne furent finalement pas suivies telles quelles dans le plan adopté de l'ouvrage.

La deuxième partie devait être consacrée à l'explication des phénomènes physiologiques par les propriétés des éléments et des liquides de l'organisme, ainsi que par les phénomènes physico-chimiques⁶², d'une nouvelle manière par rapport à celle de l'anatomie des organes de l'approche de la première partie. Bernard adopte ici encore sa position du *Rapport* de 1867 dans lequel on rappelle que les perspectives cellulaires ne sont utilisées que dans un second temps pour développer des stratégies explicatives des phénomènes physiologiques mis en évidence par l'approche de la première partie.

Enfin la troisième partie devait être consacrée à la pathologie, la toxicologie, et la thérapeutique. Cette partie aurait pu également inclure des explications cellulaires (deuxième partie) pouvant être proposées pour expliquer le mode d'action de certaines drogues comme le curare⁶³ (toxicologie), ou encore l'étiologie de certaines paralysies nerveuses par des dégénérescences cellulaires localisées (pathologie).

Si la première partie devait être relative au cadre anatomique des organes, l'histologie aurait dû être l'approche de la deuxième partie proposant des explications des phénomènes physiologiques par les propriétés morphologiques et physico-chimiques des cellules⁶⁴.

Cela apparaît plus clairement dans le volume publié quand Claude Bernard aborde la 12^e leçon consacrée à la circulation capillaire. Il est clair pour lui qu'il faut dans cette étude faire appel à une physiologie des éléments histologiques observés au microscope, comme pour l'observation du maintien de la forme des globules rouges durant une transfusion sanguine d'une espèce à une autre. Bernard en déduit que la physiologie générale doit prendre en compte non seulement la vie des organes (leurs fonctions), mais aussi dans un second temps la vie des cellules (l'implication de leurs propriétés) en passant d'une physiologie des organes à une physiologie microscopique, l'histologie, ce que Bernard résume ainsi : « [...] c'est surtout l'étude de la circulation capillaire qui nous amènera à discuter les questions les plus essentielles, celles qui ont trait au problème intime de la physiologie générale, à la vie des tissus et des éléments anatomiques »⁶⁵.

Bernard emploie aussi la métaphore de l'analyse chimique qui pousse ses explications jusqu'à l'échelle moléculaire pour justifier les deux niveaux d'analyse de la physiologie : « Vous le savez, Messieurs, de même que la chimie ne s'arrête pas à préciser les propriétés d'un corps plus ou moins complexe ...; [la physiologie générale] pousse plus loin l'analyse physiologique et descend dans la profondeur des tissus jusqu'à l'élément anatomique »⁶⁶.

⁶² *Ibid.*, préface de Duval, Duval rapporte le plan de Bernard, p. vi.

⁶³ J.G. Barbara, 2009, « Claude Bernard et la question du curare : Enjeux épistémologiques », *Soc Biol*, 203, 227-234.

⁶⁴ C. Bernard, *Leçons de physiologie opératoire*, 1879, *op. cit.*, p. 286.

⁶⁵ *Ibid.*, p. 288.

⁶⁶ *Ibid.*

Bernard en vient à définir l'élément histologique et son étude, c'est-à-dire l'histologie des cellules, comme l'objet central de la physiologie générale et de la pathologie générale : « [...] Le problème de la physiologie et de la pathologie générales est ainsi posé ; il a pour objet les parties les plus intimes et les plus essentielles des organes, les éléments des tissus »⁶⁷.

Puis dans la 13^e leçon consacrée à l'étude expérimentale de l'appareil circulatoire, Claude Bernard va plus loin encore en présentant cette physiologie des éléments comme la base de la « médecine scientifique » future : « Le jour où tous les éléments anatomiques seront parfaitement connus, et dans leur évolution, et dans leurs formes, et dans leurs propriétés physiologiques, et enfin dans les actions que peuvent avoir sur eux les différents agents physiques, toxiques, médicamenteux, etc., ce jour-là, et ce jour-là seulement, la *médecine scientifique* sera fondée. En effet, dans tout état pathologique, c'est toujours spécialement l'un des éléments anatomiques du corps qui est atteint : c'est le trouble de cet élément particulier qui amène consécutivement le trouble général de l'organisme »⁶⁸. Bernard opte donc pour une orientation très cellulaire nécessaire selon lui pour fonder une médecine scientifique.

Claude Bernard soutient fortement l'histologie expérimentale en 1875

En 1875, Claude Bernard est amené à soutenir son élève Louis Ranvier⁶⁹ en demandant pour lui la création d'une chaire d'anatomie générale au Collège de France⁷⁰ dans le contexte d'un grand développement international de l'histologie⁷¹. Pour Claude Bernard, l'« anatomie générale » est alors une sorte d'anatomie vivante qui localise les propriétés des tissus et explique les phénomènes vitaux⁷². C'est dans ce contexte qu'il précise davantage la place

⁶⁷ *Ibid.*, p. 289.

⁶⁸ *Ibid.*

⁶⁹ *Revue des cours scientifiques de la France et de l'étranger*, 30 janvier 1875, p. 719 « Dans notre enseignement, au Collège de France, de la médecine expérimentale telle que nous la comprenons, l'histologie est donc devenue la compagne obligée de la physiologie expérimentale. C'est pourquoi nous avons annexé à notre laboratoire de vivisections un laboratoire d'études microscopiques, dirigé par l'un de nos plus habiles histologistes, par M. Ranvier, notre élève et collaborateur ».

⁷⁰ L. Ranvier, *Leçon d'ouverture du cours d'anatomie générale au Collège de France*, Paris, Progrès médical, 1876, p. 2. Louis Ranvier écrit : « Il y a bien des années que M. Claude Bernard développe ces principes, et les personnes qui, comme moi, suivent son enseignement depuis vingt ans, n'ont pas été surprises de voir notre maître proposer à M. le Ministre de l'Instruction publique la création d'une chaire d'anatomie générale au Collège de France ». Voir J.G. Barbara, 2016, *op. cit.* 359-384.

⁷¹ Citons par exemple le *Traité d'histochemie* de H. Frey, traduction en français, avec des notes et un appendice de L. Ranvier (1871), le *Manuel d'histologie pathologique* de V. Cornil et L. Ranvier (1869, 1873, 1876) et le célèbre *Traité technique d'histologie* de L. Ranvier (1875).

⁷² Bernard indique dans les *Principes*, *op. cit.* : « En un mot, il faut avoir l'anatomie physiologique, c'est-à-dire normale en opposition avec l'anatomie pathologique. Or, je dis que l'anatomie normale ne peut se faire que sur un individu vivant [...] Alors seulement on pourra dire que l'anatomie explique le phénomène vital ; mais il faudra aussi faire rentrer les propriétés vitales des tissus dans l'anatomie. C'est la *vraie anatomie générale*, mais il

qui revient à l'histologie dans la physiologie, dans son cours de médecine expérimentale du Collège de France de 1875⁷³.

Dans la leçon introductive consacrée à la médecine, Bernard entend démontrer la place centrale de la physiologie comme fondement scientifique de la médecine, aux côtés de la pathologie. Il se lance alors dans un historique rapide de la physiologie dans lequel il fait de Bichat le promoteur de la notion de propriétés des tissus comme base de la physiologie des organes.

À ce stade, Bernard entend démontrer qu'à l'instar des sciences physico-chimiques qui descendent à l'échelle des molécules, la physiologie doit s'intéresser aux éléments de la vie, aux cellules des tissus et à leurs propriétés. C'est pourquoi il reprend dans cette première leçon les pages 288 et 289 de la 12^e leçon du cours de physiologie opératoire consacrée à la circulation sanguine. Bernard entend ainsi insister de nouveau sur le fait que l'histologie doit être la science obligatoire des éléments anatomiques. L'étude de leurs propriétés permet non seulement de localiser celles des organes, mais aussi d'en expliquer les mécanismes. De même en pathologie, la science des éléments anatomiques doit concourir à découvrir l'origine des troubles pathologiques. Bernard reprend donc l'idée que l'histologie – en tant que science des éléments anatomiques – permettrait d'établir une approche commune capable d'établir des explications des propriétés des organes et de l'origine des pathologies. En ce sens, l'histologie permettrait de fonder une nouvelle médecine scientifique sur une base expérimentale.

Mais quand il reprend la page 289 de la 12^e leçon, Bernard introduit un nouveau paragraphe, certes un peu redondant avec ce qui précède, mais dans lequel il revendique de manière plus appuyée encore son soutien de longue date aux approches de l'histologie et de la physiologie cellulaire au Collège de France comme fondement d'une nouvelle médecine scientifique : « [Le problème de la physiologie et de la pathologie générales qui a pour objet les parties les plus intimes et les plus essentielles des organes, les éléments des tissus] ainsi conçu, pourra-t-il, une fois résolu dans tous ses détails, s'étendre à toutes les sciences médicales et devenir leur base ? C'est ce dont je suis pour ma part profondément convaincu, il me suffira de vous rappeler que depuis vingt-cinq ans je développe ces idées nouvelles dans cette chaire du Collège de France »⁷⁴. Cela démontre sans conteste que Claude Bernard considère bien l'approche de l'histologie expérimentale comme une voie du futur qui unifiera non seulement toute la physiologie, mais encore toute la médecine, par la « physiologie cellulaire » et la « pathologie cellulaire »⁷⁵.

faut, comme je l'ai dit pour le sang, avoir l'anatomie de l'organe au repos, en fonction et en regard avec toutes les modifications physiologiques et pathologiques qui peuvent s'y faire remarquer. C'est là une *véritable réforme anatomique* qu'il conviendrait de faire et dont mon travail sur l'anatomie physiologique du foie donnera un exemple ». Les termes en italique sont soulignés par nous.

⁷³ *Revue des cours scientifiques de la France et de l'étranger*, 30 janvier 1875. Le cours a aussi paru dans le *Journal des connaissances médicales pratiques*, avec aussi un court extrait dans le journal *L'Abeille médicale*.

⁷⁴ *Ibid.*, p. 718.

⁷⁵ *Ibid.*, p. 719 : « L'importance de l'étendue des éléments anatomiques a été, du reste, généralement comprise aujourd'hui, et depuis quelques années des efforts ont été dirigés

Bernard associe donc des revendications théoriques au développement de l'histologie à la nécessité de nouveaux moyens spécifiques, comme des salles de microscopie qu'on trouve en Allemagne dans les grands instituts de physiologie : « En résumé, il faut aujourd'hui réunir tous les moyens propres à nous faire descendre dans l'analyse des tissus et dans l'étude de leurs propriétés, jusqu'aux éléments fondamentaux, jusqu'aux éléments histologiques [sic] »⁷⁶.

À ce stade, Bernard entend encore justifier ses positions par les succès de l'histologie Outre-Rhin mais aussi en France : « Certes, nous sommes encore loin d'atteindre ce but, mais nous pouvons du moins nous convaincre que cette association intime de la physiologie et de l'histologie devient de plus en plus indispensable : les résultats déjà obtenus ne sont qu'un faible aperçu des progrès immenses à accomplir dans cette voie ».

Enfin, dans son cours de 1875, Claude Bernard qui n'entend pas renoncer à ses attaques classiques des études anatomiques purement descriptives⁷⁷, insiste encore une fois sur le caractère obligatoirement *expérimental* de l'histologie en employant cette fois les termes pour lui synonymes d'« histologie expérimentale » et de « physiologie histologique » : « Je le répète, le laboratoire d'études microscopiques nous présente désormais l'un de nos plus puissants moyens d'investigations ; mais, ainsi que nous avons déjà dit, il ne suffit pas de connaître anatomiquement les éléments organiques, il faut étudier leurs propriétés, leurs fonctions à l'aide de l'expérimentation la plus délicate ; il faut faire, en un mot, l'histologie expérimentale, ou, autrement dit, la physiologie histologique. Tel est le but suprême de nos recherches : elle est la base de la médecine future. Voilà, messieurs, le point de vue auquel se place aujourd'hui la physiologie »⁷⁸.

L'histologie n'est donc plus pour Claude Bernard aux côtés de la chimie comme une science annexe de la physiologie, elle devient une autre manière de faire de la physiologie. La physiologie cellulaire se confond désormais avec le but de la chaire de médecine expérimentale, en marge de la perspective physico-chimique de la chaire de physiologie générale de Claude Bernard au Muséum.

dans ce sens : de tous côtés, nous avons vu qu'on s'attachait à l'étude de la cellule, qu'on s'appliquait à ce qu'on a appelé la physiologie cellulaire, à la pathologie cellulaire ».

⁷⁶ *Ibid.*

⁷⁷ *Revue des cours scientifiques*, 30 janvier 1875, *op. cit.*, p. 721.

⁷⁸ *Ibid.*, p. 719.

Conclusion

Claude Bernard a donc entretenu un rapport particulier avec l'anatomie dès ses années d'étude, tout en prônant vigoureusement au début de sa carrière scientifique l'autonomie de la physiologie par son combat contre les anciennes prérogatives des anatomistes concernant la découverte des fonctions des organes. Il a souhaité dès 1854 inclure dans ses leçons de physiologie générale en Sorbonne les expérimentations microscopiques. Puis il a toujours soutenu les recherches histologiques jusqu'à prôner l'« histologie expérimentale » comme une manière de faire de la physiologie capable de fonder une nouvelle « anatomie générale », une « physiologie cellulaire », ainsi que la médecine scientifique future dans son cours du Collège de France.

Toutefois ce rapport de Bernard à l'histologie et à la physiologie cellulaire semble a priori en contradiction avec les *Leçons sur les phénomènes communs*. Ce jugement est largement vrai, mais il est possible de nuancer cette opposition dans une perspective historique. D'une part l'approche physico-chimique de la physiologie prônée dans les *Leçons sur les phénomènes communs* apparaît très tôt dans les leçons de Bernard⁷⁹, y compris en marge des approches cellulaires. D'autre part, les *Leçons sur les phénomènes communs* contiennent aussi des conceptions relatives aux sciences morphologiques⁸⁰ qui devaient être développées dans un volume

⁷⁹ Dans le cours d'introduction de physiologie en Sorbonne de 1854, Bernard écrit : « la vie elle-même siège dans l'organisme vivant, dans la molécule vivante. [...] La vie ne peut être définie, qu'on la considère dans la molécule, dans les organes ou dans l'individu ». *Le Moniteur des Hôpitaux*, mardi 2 mai 1854, p. 410. Bernard choisit déjà de ne pas opter pour une définition particulière de la vie. Il est déjà en train de construire deux voies parallèles de la physiologie dont la distinction repose aussi sur sa séparation des « phénomènes vitaux » en « manifestations phénoménales » et « manifestations fonctionnelles de la vie » du cours de 1854, *Ibid.*, p. 411. Tandis que les premiers appellent davantage à des explications physico-chimiques, les seconds découpent les fonctions et les localisent de plus en plus finement jusqu'aux éléments anatomiques, les « atomes vivants », *ibid.*, p. 410.

⁸⁰ Dans les *Leçons sur les phénomènes communs...*, *op. cit.*, Bernard aborde la morphologie d'une manière double qui paraît ambiguë. Mais cette ambiguïté repose pour nous sur sa double définition de la vie dans l'organisme et dans la matière vivante. Quand Bernard adopte la position que la vie est dans la matière vivante, alors il affirme « qu'il faut séparer l'essence de la vie de la forme de son substratum : elle peut se manifester dans une matière qui n'a aucun caractère morphologique déterminé. [...] La forme de la vie est indépendante de l'agent essentiel de la vie ». De ce fait Bernard en vient à restreindre le but de la physiologie : « nous séparons absolument la phénoménologie vitale, objet de la physiologie, de la morphologie organique dont le naturaliste (zoologiste et botaniste) étudie les lois, mais qui nous échappe expérimentalement et qui n'est pas à notre portée ». Mais quand Bernard aborde certaines propriétés vitales comme les régénérations et cicatrifications associées à certaines pathologies, il parle de « phénomènes morphologiques » et leur « tendance au rétablissement de la forme dans la maladie ». Il adopte alors forcément une approche cellulaire : « Cette phase synthétique de la nutrition, ces phénomènes d'organisation, génération, régénération, réintégration, ne s'accomplissent que grâce à l'activité d'une cellule, d'un germe [...] Sans savoir comment la cellule vivante préside à ce genre de phénomènes, nous devons provisoirement accepter ce résultat comme une loi. C'est toujours une cellule vivante qui attire les matériaux ambiants pour les synthétiser en principes immédiats ; c'est la cellule qui est seule capable de concourir à l'accroissement, à la réintégration d'un tissu, à la régénération d'un être nouveau en se segmentant et proliférant de quelque manière [...] Les phénomènes d'organisation ont des agents spéciaux, les cellules [...] Je pense que les agents de ces phénomènes d'organisation

ultérieur prévu par Bernard. Ces conceptions auraient sans doute dû être présentées dans ses « recherches expérimentales sur la formation des éléments anatomiques », à propos desquelles Charles Robin a regretté qu'elles n'aient pas été publiées parce qu'elles auraient participé, selon lui, à rapprocher davantage encore la morphologie de la physiologie⁸¹.

Claude Bernard a donc toujours défendu une approche cellulaire et une approche physico-chimique de la physiologie générale sans contradiction, comme le soulignait Mathias Duval dans les différentes éditions de son cours de physiologie⁸². Dans la seconde édition de 1873, Duval suit encore de près l'enseignement de son maître strasbourgeois Émile Küss, en suivant la doctrine de la théorie cellulaire⁸³, et en indiquant que « les phénomènes qui ne sont ni physiques ni chimiques, les phénomènes vitaux, se localisent [...] dans les *globules* ou *cellules*⁸⁴ [...] », ce qui est conforme à la distinction de Claude Bernard entre « manifestations phénoménales » et « manifestations fonctionnelles de la vie » des « phénomènes vitaux »⁸⁵. Duval conclut en suivant Küss que « la physiologie dans son essence ne peut plus être aujourd'hui que cellulaire »⁸⁶. Mais dans l'édition de 1892, Duval module sa position en indiquant qu'« il n'y a pas de phénomènes vitaux, proprement dits, il y a des procédés vitaux »⁸⁷, c'est-à-dire des procédés particuliers au vivant qui combinent les diverses forces physico-chimiques au sein des cellules. Pour Duval, en effet, « qu'il s'agisse du domaine de la physiologie générale ou de celui de la physiologie spéciale, c'est toujours [...] à des phénomènes de nature physico-chimique ou même purement mécanique que nous avons affaire »⁸⁸. Ces procédés particuliers au vivant sont pour Duval des « phénomènes élémentaires » se produisant dans les « éléments anatomiques » qui sont « l'objet de la physiologie générale »⁸⁹, dans une perspective de physiologie cellulaire.

synthétique sont de la nature des ferments organisés : ce sont des êtres morphologiquement définis, des cellules et des noyaux de cellules [...] Le mécanisme de la formation et de la multiplication des cellules est ce que nous appellerons la morphologie générale. Le groupement de ces cellules et la configuration spécifique suivant laquelle elles se disposent pour former les êtres vivants constituent la morphologie spéciale ». On peut toutefois nuancer cette position de Bernard en remarquant qu'il fait aussi de la cicatrisation une propriété des matières cristallines d'après les travaux de Pasteur, C. Bernard, « La définition de la vie », *Revue des deux Mondes*, mai 1875, p. 335.

⁸¹ Charles Robin, Georges Pouchet, « Claude Bernard », *Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux*, 14, 1878, 1-7. Pour Robin, ces études « eussent sans doute contribué à effacer plus tôt une distinction chaque jour plus difficile à formuler entre l'Anatomie générale, d'une part, étudiant les propriétés morphologiques et physico-chimiques des tissus et des éléments, et, d'autre part, la Physiologie générale, ayant pour attribut spécial l'étude de leurs propriétés d'ordre organique ».

⁸² M. Duval, *Cours de physiologie*, Paris, Baillière, première édition 1872, seconde édition 1873. M. Duval, *Cours de physiologie*, Paris, Baillière, 1892, Préface, p. ix et p. 5.

⁸³ *Ibid.*, p. ix.

⁸⁴ italique dans l'original.

⁸⁵ Voir note 75.

⁸⁶ M. Duval, *Cours de physiologie*, 1873, *op. cit.*, p. 3.

⁸⁷ M. Duval, *Cours de physiologie*, 1892, *op. cit.*, p. 5.

⁸⁸ M. Duval, *Cours de physiologie*, 1892, *op. cit.*, p. 5.

⁸⁹ *Ibid.*

Duval suit ici de plus près la dernière doctrine de Claude Bernard – le « vitalisme physique » – selon laquelle les cellules sont des « agents » du vivant qui renferment la « matière vivante » et qui sont le siège des « phénomènes vitaux ». Bernard la présente ainsi : « [...] entre deux écoles qui font des phénomènes vitaux quelque chose d'absolument distinct des phénomènes physico-chimiques ou quelque chose de tout à fait identique à eux, il y a place pour une troisième doctrine, celle du *vitalisme physique*, qui tient compte de ce qu'il y a de spécial dans les manifestations de la vie et de ce qu'il y a de conforme à l'action des forces générales : l'élément ultime du phénomène est physique ; l'arrangement est vital »⁹⁰.

La position syncrétique de Duval suit donc les recommandations de Claude Bernard et s'exprime ainsi de manière plus explicite encore en référence aux *Leçons sur les phénomènes communs* : « [...] plusieurs auteurs font [...] aujourd'hui de l'étude des propriétés du protoplasma la base de la physiologie générale, et en effet étudier les propriétés des cellules vivantes, c'est étudier les propriétés du protoplasma [...], la partie essentiellement vivante »⁹¹.

Puis Duval conclut : « [...] avoir créé cette physiologie générale sera à tout jamais le titre le plus glorieux de Cl. Bernard »⁹². Duval fait donc de Bernard le fondateur d'une physiologie générale dont l'objet est l'étude des phénomènes élémentaires qui se produisent dans les éléments anatomiques. Il est clair que Duval fait de Bernard le promoteur d'une « physiologie cellulaire ». D'ailleurs la citation précédente est modifiée ainsi dans le cours de physiologie que Duval coédite alors avec Émile Gley à partir de 1906 : « C'est un des plus beaux titres de gloire de Claude Bernard que d'avoir créé cette *physiologie cellulaire*, base principale de la physiologie générale »⁹³. François Duchesneau et Laurent Loison ont critiqué à juste titre le fait de voir en Bernard un fondateur de la « physiologie cellulaire » qui est à l'origine une invention allemande⁹⁴, mais l'on espère avoir montré que Bernard peut être tenu aussi pour un partisan sincère de cette physiologie en France, malgré ses hésitations et ses contradictions⁹⁵.

La partition apparente de la physiologie générale en « deux écoles » renvoie donc à deux manières complémentaires de faire de la physiologie qu'il est possible de combiner en mariant techniques physiques et chimiques

⁹⁰ *Leçons sur les phénomènes communs...*, 1878, tome II, *op. cit.*, p. 524.

⁹¹ *Ibid.*, p. 7.

⁹² *Ibid.* p. 5.

⁹³ Expression en italique soulignée par nous. M. Duval, E. Gley, *Physiologie*, Paris, Baillière, 1906-1909, partie 1, 9^e édition, p. 7. La citation est reprise ensuite dans le *Traité élémentaire de physiologie* publié par Émile Gley seul.

⁹⁴ F. Duchesneau reconnaît néanmoins que Bernard justifie que la « physiologie cellulaire » soit considérée comme étant au cœur et au fondement de la « physiologie générale ». F. Duchesneau. *Théorie cellulaire et synthèse morphologique*, dans F. Duchesneau, J.-J. Kupiec, M. Morange (éds.), *Claude Bernard, la méthode de la physiologie*, Paris, Éditions Rue de d'Ulm, 2013, p. 33-48, p. 48.

⁹⁵ Voir aussi à ce sujet L. Loison, 2012, *op. cit.* et F. Duchesneau, « Claude Bernard et le programme de la physiologie générale », dans C. Blanckaert et al. (éds), *Le Muséum au premier siècle de son histoire*, Paris, Muséum national d'Histoire naturelle, Archives, 1997, p. 425-445.

sous le microscope. Cette distinction nous apparaît alors simplement comme celle qui existe par exemple entre l'explication moléculaire de l'anémie falciforme par une forme aberrante d'hémoglobine et l'explication de la sclérose en plaque par des lésions cellulaires. En réalité, l'hémoglobine S de l'anémie falciforme induit des variations cellulaires et des atteintes tissulaires, et la sclérose en plaques s'explique aussi par des associations moléculaires pathologiques. De sorte qu'il est finalement impossible de voir une contradiction entre ces approches moléculaire et cellulaire, ainsi que l'avait compris M. Duval⁹⁶.

Mais dans le fait que Claude Bernard évoque « deux écoles » et se montre hésitant entre deux approches de la physiologie générale qui apparaissent parfois contradictoires, il faut aussi insister sur le choix corrélatif important de Claude Bernard de ne pas opter pour l'une ou l'autre des définitions de la vie⁹⁷, chacune relative à l'une de ces deux approches. Car en effet Bernard envisage que la vie réside à la fois dans la *cellule* et dans la *molécule vivante*, ce qui peut nous paraître étrange⁹⁸.

Lorsqu'on cherche à mieux comprendre encore comment et pourquoi Claude Bernard a pris tant de peines pour présenter séparément ces deux approches de la physiologie générale, en présentant ses *Leçons sur les phénomènes communs* du Muséum comme un « autre aspect »⁹⁹ de sa

⁹⁶ Loison note des contradictions dans les positions de Bernard sur le déterminisme des formes en biologie qui sont en effet difficiles à résoudre. Par exemple, Bernard revendique que la substance de la vie est indépendante d'une forme, alors qu'elle dépend néanmoins selon lui d'« une composition ou un arrangement physico-chimique déterminé ». L. Loison, 2012, *op. cit.* Il nous semble que la dichotomie entre l'observable, même au microscope, et le moléculaire invisible permet de mieux comprendre les distinctions entre les concepts bernardiens. La « forme » est entendue chez Bernard comme essentiellement observable, alors que l'« arrangement », à l'instar d'une composition chimique, n'est pas observable. Le fait que certains « arrangements » de Bernard nous semble à nous aujourd'hui tout à fait observables par de nouvelles techniques montre que souvent la portée des anciens moyens techniques explique des différences conceptuelles subtiles parfois difficiles à mettre en lumière.

⁹⁷ Ce partage est permis par un refus de définir la vie, puis par une position ouverte sur la définition de la vie, comme l'avait souligné André Pichot, jusqu'à un article final de Bernard sur la question de 1875. C. Bernard, « La définition de la vie », *Revue des deux Mondes*, mai 1875, 326-350. André Pichot, *Histoire de la notion de vie*, Paris, Gallimard, 1993.

⁹⁸ En réalité, Bernard, puis ses élèves au tournant du XX^e siècle, entendent par « molécule vivante » non pas une localisation spéciale de la vie, mais des molécules complexes ayant des propriétés difficiles à expliquer par la physico-chimie, et qui ne se rencontrent pas en dehors du vivant, comme des molécules capables d'auto-organisation et de réplication, des molécules présentant ce que l'on pourrait nommer des « propriétés vitales », analogues à celles des cellules et des tissus. Cela nous paraît aujourd'hui clair et traduit la fascination des biologistes de la fin du XIX^e siècle et du tournant du XX^e siècle pour l'étude des bases moléculaires de la vie et les extraordinaires propriétés de certaines macromolécules comme par exemple celles de la myéline, alors souvent qualifiée de « myéline vivante ». Cette « vie » moléculaire est donc un aspect de la dynamique des activités moléculaires sans commune mesure cependant avec la « vie cellulaire » complexe, même si l'écart entre les deux est évalué différemment par le physicien, le chimiste et le biologiste, parce que ce dernier appréhende mieux cette complexité à la mesure de ses connaissances.

⁹⁹ Selon le terme de l'éditeur Baillière en avant-propos des *Leçons sur les phénomènes communs*... : « En commençant la publication du Cours de physiologie générale qu'il avait professé au Muséum d'histoire naturelle, M. Claude Bernard s'était proposé de donner une

physiologie générale, en référence à celle plus cellulaire du Collège de France, base d'une médecine scientifique future, il faut garder à l'esprit que Claude Bernard a enseigné dans deux chaires distinctes, celle de physiologie générale de la Sorbonne, transférée ensuite au Muséum, et celle du Collège de France. La première chaire était l'occasion pour Bernard de présenter la physiologie par un « exposé synthétique » écrit de manière dogmatique, c'est-à-dire dans un ordre de présentation personnel qui cadrerait avec certains présupposés théoriques assumés¹⁰⁰, tandis que les leçons professées au Collège de France, dans la chaire de médecine expérimentale, présentaient une « science militante » et insistaient sur la science en marche, en train de se faire, avec les difficultés techniques à surmonter dans l'expérimentation de la physiologie et de la pathologie expérimentale et donc de la médecine. Et c'est dans ce cadre spécifique que Claude Bernard a le mieux défendu les rôles de l'histologie et de la physiologie cellulaire dans l'établissement d'une médecine scientifique future, avec les appuis de Louis Ranvier et de Mathias Duval.

Parce que Bernard a défendu l'idée qu'une certaine forme de vie requerrait l'état cellulaire en tant qu' « agent » de la vie¹⁰¹, Bernard a donc pu favoriser l'essor d'une « physiologie cellulaire » en France en rapprochant l'histologie de la physiologie. C'est un fait que les morphologistes français, dont ceux s'intéressant au système nerveux, poursuivirent la tradition d'une science morphologique dynamique et physiologique¹⁰². C'est ainsi qu'Émile Gley a pu continuer d'écrire dans son cours désormais publié seul : « C'est un des plus beaux titres de gloire de Claude Bernard que d'avoir créé cette physiologie cellulaire, base principale de la physiologie générale »¹⁰³.

série parallèle au Cours de médecine professé au Collège de France. Dans l'un, il travaillait à fonder la médecine expérimentale; dans l'autre, il posait les bases de la physiologie générale : c'était poursuivre, sous *un autre aspect*, un même objet, l'étude de la vie. La mort n'a pas permis à M. Claude Bernard de réaliser son projet; elle est venue le surprendre, le 10 février 1878, alors qu'en pleine possession de son sujet, il corrigeait les dernières épreuves du présent volume. Le titre en a été fixé par lui : *Leçons sur les phénomènes de la vie, communs aux animaux et aux végétaux* ; mais, en réalité, c'était plus que cela, c'était un Programme de la Physiologie générale. »

¹⁰⁰ Selon son biographe, Peter Wise, *op. cit.*, Bernard n'éprouvait pas de plaisir dans cette forme d'enseignement méthodique. Il faut donc lire les *Leçons sur les phénomènes communs* du Muséum en dégageant la logique d'une présentation souhaitée la plus rationnelle possible, simplifiée d'une manière guidée par des théories.

¹⁰¹ « Cependant le protoplasma seul n'est que la matière vivante, il n'est pas réellement un être vivant. Il lui manque la forme qui caractérise la vie définie », *Leçons sur les phénomènes communs...*, *op. cit.* Cela tranche avec d'autres formulations : « La vie réside, en effet, non pas seulement dans les tissus, mais dans les éléments figurés de ces tissus, et même plus profondément dans le substratum sans figure de ces éléments eux-mêmes, dans le protoplasma [sic] [...] Le dernier élément où s'incarne la vie n'est plus alors une cellule, c'est une masse protoplasmique [...] La vie existe avant la cellule dans le protoplasma, mais dans l'état actuel des choses nous ne voyons jamais une cellule apparaître évolutionnellement[sic] sans une cellule antérieure ».

¹⁰² Voir à ce sujet, J.G.Barbara, F. Clarac (éds.), 2017, *op. cit.*

¹⁰³ Mais cela n'enlève rien, selon François Duchesneau, aux physiologistes allemands, promoteurs d'une « proto-physiologie cellulaire », dont indéniablement Johannes Peter Müller, Albert Kölliker, Rudolph Virchow et Franz Leydig, voir François Duchesneau, dans ce volume.

Enfin, notons que l' « histologie expérimentale », base expérimentale de cette « physiologie cellulaire » telle que l'avait définie Bernard a fait école en France au tournant du XX^e siècle. Par exemple, en 1908, l'historien Paul Bouin cite un extrait du cours de Bernard de mars 1875 lors de la leçon d'ouverture de son cours d'histologie¹⁰⁴ et précise qu'il s'agit d'une « voie nouvelle », une « science nouvelle » utilisant le microscope de manière expérimentale. En 1921 l'historien Auguste Prenant se réclamait encore lui aussi de cette histologie expérimentale¹⁰⁵.

Mais cette voie que Bernard a pu soutenir a surtout été pour lui le terrain des recherches de Louis Ranvier selon un style particulier qui deviendra la marque d'une certaine anatomie¹⁰⁶. Louis-Félix Henneguy qui a reconnu ce caractère de l'œuvre de Ranvier écrira: « Ranvier [...] voulut connaître le fonctionnement de ces tissus et des cellules. Il a créé, selon l'expression de Claude Bernard, l'histologie expérimentale, ébauchée par Bichat. C'est en cela surtout que son œuvre se distingue de celle des histologistes allemands, ses contemporains. Dans ses magistrales leçons, professées au Collège de France [...] la physiologie tient une aussi large place que l'histologie proprement dite »¹⁰⁷. En cela Ranvier a suivi les conseils de Bernard et Bernard ceux de Ranvier pour définir dans ses leçons une approche cellulaire qui fut surtout celle de certains de ses élèves et que Bernard a voulu intimement mêlée à son projet de physiologie générale, en préconisant en 1875 que « les écoles chimiques et anatomiques [...] devront se réunir et se concilier [...] car la solution du problème physiologique de la vie exige leur double concours »¹⁰⁸.

* * *
*

¹⁰⁴ P. Bouin, « Leçon d'ouverture du cours d'histologie », *La Province médicale*, 1908, p. 132.

¹⁰⁵ A. Prenant, « L'histophysiologie », *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 1921, p. 495.

¹⁰⁶ *Le cerveau au microscope...*, 2017, *op. cit.*

¹⁰⁷ L. Henneguy, « Notice nécrologique de Louis Ranvier », *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1922, 833-835.

¹⁰⁸ C. Bernard, « La définition de la vie », *Revue des deux Mondes*, mai 1875, p. 344.

BIBLIOGRAPHIE

- BANGE C., « Les préoccupations méthodologiques de Claude Bernard dans ses premières publications scientifiques », *Bulletin de la Shesvie*, 24, 2017, 7-25.
- BARBARA J.G., « Louis Ranvier (1835-1922): the contribution of microscopy to physiology, and the renewal of French general anatomy », *Journal of the History of the Neurosciences*, 16, 413-431. –
- « Claude Bernard et la question du curare : Enjeux épistémologiques », *Soc Biol*, 203, 227-234.
 - et CORVOL P. (éds.), *Les élèves de Claude Bernard*, Paris, Hermann, 2012.
 - « Deux disciples, deux disciplines du cercle de Claude Bernard : Louis Ranvier et Auguste Chauveau », in *Les élèves de Claude Bernard*, J.G. Barbara et P. Corvol, éds., Paris, Hermann, 2012, p. 91-108.
 - « Les élèves de Claude Bernard », *Lettre des neurosciences*, 42, 2012, p. 3-5.
 - « Évolutions de la “méthode scientifique” dans l'école de Claude Bernard », in F. Duchesneau, J.-J. Kupiec, M. Morange (éds.), *Claude Bernard, la méthode de la physiologie*, Paris, Éditions Rue de d'Ulm, 2013, p. 83-104.
 - « Biological generality and general anatomy from Xavier Bichat to Louis Antoine Ranvier », in K. Chemla, R. Chorlay, D. Rabouin, (éds.), *The Oxford Handbook of Generality in Mathematics and the Sciences*, Oxford UP, 2016, p. 359-384.
 - et CLARAC F. (éds.), *Le cerveau au microscope : la neuroanatomie française aux XIX^e et XX^e siècles*, Paris, Hermann, 2017.
 - « Claude Bernard et le microscope » in J.G. Barbara, F. Clarac (éds.), *Le cerveau au microscope : la neuroanatomie française aux XIX^e et XX^e siècles*, Paris, Hermann, 2017, p. 59-70.
 - « Louis Ranvier, l'anatomie générale microscopique et les recherches sur les cellules nerveuses », in J.G. Barbara, F. Clarac (éds.), *Le cerveau au microscope : la neuroanatomie française aux XIX^e et XX^e siècles*, Paris, Hermann, 2017, p. 71-88.
 - et FOLEY P., « The concept of the Schwann cell by Louis Ranvier and his school: the “interannular segment” as a cell unit », *J Hist Neurosci* (sous presse).
- BERNARD C., « Recherches anatomiques et physiologiques sur la corde de tympan », *Annales médico-psychologiques*, 1, 1843, p. 408-439.
- « Quelques observations relatives à l'action de la corde du tympan dans la gustation », *Annales médico-psychologiques*, 2, 1843, 195-200.

- *Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine*, Paris, Baillière, 1855, deux tomes.
- *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme*. Paris, Baillière, 1859.
- *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris, Baillière, 1865.
- *Leçons sur les propriétés des tissus vivants*. Paris, Baillière, 1866.
- « Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France », in *Recueil de rapports sur les progrès des lettres et des sciences en France*, Paris, Imprimerie impériale, 1867.
- *Leçons de pathologie expérimentale*, Paris, Baillière, 1872.
- « La définition de la vie », *Revue des deux Mondes*, mai 1875, 326-350.
- *Leçons sur les phénomènes communs aux animaux et aux végétaux. Cours de physiologie générale du Muséum d'histoire naturelle*. 2 tomes. Paris, Baillière, 1878.
- *Leçons de physiologie opératoire*, Paris, Baillière, 1879.
- *Les principes de médecine expérimentale*, Paris, PUF, 1947.
- BERNARD J., « Claude Bernard et la médecine contemporaine », *Bull Acad Med*, 62, 1978, 315-321.
- BLANCHARD R., « Notices biographiques III. David Gruby, 1810-1989 », *Archives de parasitologie*, 2, 1899, 43-74.
- BOUIN P., « Leçon d'ouverture du cours d'histologie », *La Province médicale*, 1908, p. 132.
- DUCHESNEAU, F., « Claude Bernard et le programme de la physiologie générale », in C. Blanckaert et al. (éds), *Le Muséum au premier siècle de son histoire*, Paris, Muséum national d'Histoire naturelle, Archives, 1997, p. 425-445.
- DUCHESNEAU F., « Théorie cellulaire et synthèse morphologique », in F. Duchesneau, J.-J. Kupiec, M. Morange (éds.), *Claude Bernard, la méthode de la physiologie*, Paris, Éditions Rue de l'Ulm, 2013, p. 33-48.
- DUVAL M., *Cours de physiologie*, Paris, Baillière, première édition 1872, seconde édition 1873, édition de 1892.
- et GLEY E., *Physiologie*, Paris, Baillière, 1906-1909, partie 1, 9^e édition.
- GLEYS, E., *Traité élémentaire de physiologie*, Paris, Baillière, 1910, éditions de 1913, 1918-1919, 1925, 1928, 1934, 1938, 1942.
- HENNEGUY L., « Notice nécrologique de Louis Ranvier », *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1922, 833-835.
- JOLLY J., « Louis Ranvier (1835-1922). Notice biographique », *Archives d'Anatomie microscopique* 19, 1922, I-LXXII.
- LOISON L., « Le concept de cellule chez Claude Bernard et la constitution du transformisme expérimental », in J.G. Barbara, P. Corvol, éds., *Les élèves de Claude Bernard*, Paris, Hermann, 2012.
- MILLET R., *La vie de Claude Bernard ou l'aventure scientifique*, Paris, Les éditions de la nouvelle France, 1945.
- Moniteur des Hôpitaux (Le)*, mardi 2 mai 1854, p. 409. Prenant A., « L'histophysiologie », *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 1921, p. 495.

- PICHOT A., *Histoire de la notion de vie*, Paris, Gallimard, 1993.
- RANVIER L., *Leçon d'ouverture du cours d'anatomie générale au Collège de France*, Paris, Progrès médical, 1876.
- Revue des cours scientifiques de la France et de l'étranger*, 9 avril 1864, p. 231, 21 octobre 1871, p. 385-394, 30 janvier 1875, p. 719.
- ROBIN CH. Et POUCHET G., « Claude Bernard », *Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux*, 14, 1878, 1-7.
- VIRCHOW R., *Die Cellularpathologie*, Berlin, Verlag, 1858.– *La pathologie cellulaire*, Paris, Baillière, 1861.
- WISE P., *Un défi sans fin, La vie romancée de Claude Bernard*, Publibook, 2011.