



HAL
open science

Deux disciples, deux disciplines du cercle de Claude Bernard : Louis Ranvier et Auguste Chauveau

Jean-Gaël Barbara

► **To cite this version:**

Jean-Gaël Barbara. Deux disciples, deux disciplines du cercle de Claude Bernard : Louis Ranvier et Auguste Chauveau. Les élèves de Claude Bernard, J.G. Barbara et P. Corvol, éd., 2012. halshs-03090936

HAL Id: halshs-03090936

<https://shs.hal.science/halshs-03090936>

Submitted on 11 Jan 2021

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.

Deux disciples, deux disciplines du cercle de Claude Bernard : Louis Ranvier et Auguste Chauveau

Version auteur

Jean-Gaël BARBARA

La distinction du général et du spécial en histoire des sciences recouvre deux tendances contraires. Une première en faveur d'études de cas utilisés pour dériver des concepts, à partir de typologies, de catégories auxquelles est parfois attribuée une valeur générale de modèle. Une seconde, pour laquelle ces modèles ne sont que des mementos dans l'analyse devant faire ressortir des spécificités historiques. Dans le premier cas, c'est la philosophie des sciences ou l'historiographie qui priment, dans le second, c'est l'histoire et l'épistémologie. Si l'histoire des sciences se veut explicative, doit-elle rechercher des explications générales ou locales ? D'un certain point de vue, les deux approches sont complémentaires ; mais la limite semble être moins facilement atteinte quand l'analyse pénètre les faits historiques en y dévoilant des structures uniques.

Au sujet de l'école de Claude Bernard, on peut tout aussi bien espérer enrichir un concept d'école scientifique qui, à force d'avoir été travaillé, tombe dans des typologies complexes et fastidieuses. Plus intéressante peut être l'étude de cette école par l'examen de ses élèves, pour en comprendre la genèse et les particularismes. On espère ainsi montrer qu'en dépit d'une certaine transparence, cette école existe par certains traits saillants, l'ouverture disciplinaire, l'indépendance accordée aux élèves, dans un milieu particulièrement propice, le Collège de France. L'intérêt se déplace subrepticement du concept d'école à l'étude de la dynamique des

disciplines, de leurs spéciations, et de leurs convergences dans l'élaboration d'objets scientifiques, sous la tutelle d'un seul homme, mais dans le respect des nouvelles approches scientifiques prisées par ses élèves. La carrière de Louis Ranvier, préparateur de Claude Bernard, est de ce point de vue paradigmatique.

Le jeudi 26 février 2009, dans le contexte du plan de réforme des universités, Bruno Latour écrit dans *Le Monde*, par un raccourci non sans fondements, « cela fait plusieurs siècles que les gouvernements successifs, désespérés de ne pouvoir réformer l'Université, lui ajoutent des institutions de recherche : du Collège de France à l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS), en passant par le CNRS¹ ». En 1868, c'est une autre institution qu'on adjoint à la Sorbonne et au Collège de France, l'institution mère de l'EHESS, dont elle dérive par l'autonomisation de sa VI^e Section, lorsque Victor Duruy fonde l'École pratique des hautes études pour développer la recherche expérimentale. Bernard y installe Louis Ranvier qui crée ainsi son premier laboratoire dans une institution officielle. Depuis deux décennies, le Collège de France joue déjà pleinement son rôle dans l'accueil d'élèves de formation médicale, non destinés à une carrière classique, partisans enthousiastes d'une discipline scientifique et parfois en opposition avec leurs maîtres de la Faculté. Le Collège de France apparaît comme un lieu de tolérance scientifique, notamment ouvert aux instruments et doctrines germaniques, la microscopie et la théorie cellulaire, la première dénigrée par Blainville et Comte, la seconde dénoncée comme une généralisation trop hâtive par Charles Robin, professeur d'histologie de la faculté des sciences de Paris. Ce qui apparaît comme une spécificité de l'école de Claude Bernard s'inscrit dans ce contexte et tient compte de la personnalité du physiologiste, aussi bien que des conditions institutionnelles qui lui permettent cette liberté d'expression.

Depuis son arrivée dans la capitale en 1860, Louis Ranvier a ouvert un cours privé d'histologie normale et pathologique, il s'est initié à la théorie cellulaire et a réalisé des travaux dans l'esprit du pathologiste berlinois Rudolf Virchow². Cette adhésion à la science allemande compromet une carrière à la faculté de médecine, mais Ranvier trouve un appui en la personne de Claude Bernard. Bernard sait

1. B. Latour, « Autonomie, que de crimes on commet en ton nom ! », *Le Monde*, jeudi 26 février 2009, p. 19.
2. J.-G. Barbara, « Les étranglements annulaires de Louis Ranvier (1871) », *Lettre des Neurosciences*, 28, 2004, 3-4. J.-G. Barbara, "Louis Ranvier, (1835-1922) : The Contribution of Microscopy to Physiology and the Renewal of French General Anatomy", 3, 16, 2007, 413-31.

s'entourer d'élèves qu'il forme à la vivisection, à la physiologie expérimentale, tout en acceptant leur originalité, garante selon lui de créativité scientifique³.

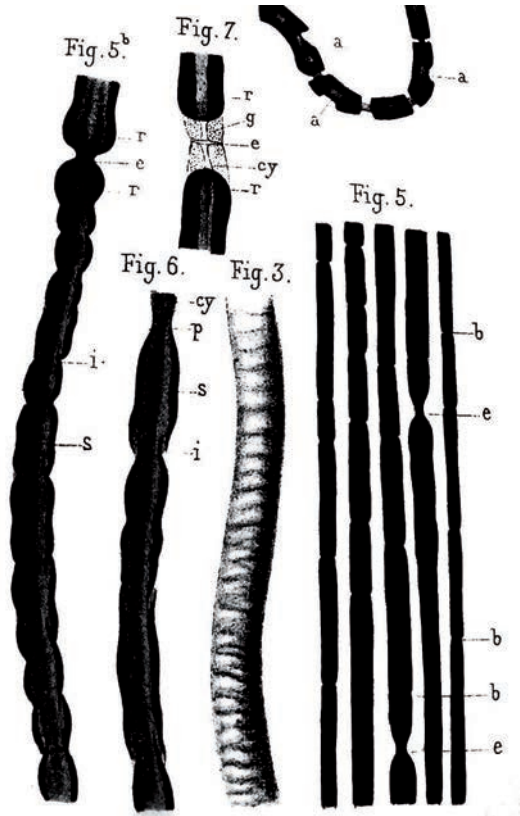


Figure 2. Anatomie microscopique des fibres nerveuses isolées, e, étranglement annulaire (nœud de Ranvier), cy, cytoplasme.

3. « Je crois que dans l'enseignement scientifique le rôle d'un maître est de montrer expérimentalement à l'élève le but que le savant se propose, et de lui indiquer tous les moyens qu'il peut avoir à sa disposition pour l'atteindre. Le maître doit ensuite laisser l'élève libre de se mouvoir à sa manière, suivant sa nature, pour arriver au but qu'il lui a montré, sauf à venir à son secours, s'il voit qu'il s'égaré. Je pense que la vraie méthode scientifique est celle qui contient l'esprit sans l'étouffer en face de lui-même, et le dirige tout en respectant ses qualités les plus précieuses qui sont son originalité créatrice et sa spontanéité scientifique. » Claude Bernard, « Du progrès dans les sciences physiologiques », in *Les sciences expérimentales*, Paris, Baillière, 1878.

C'est à l'École pratique des hautes études, puis dans un petit laboratoire du Collège de France, à partir de 1867, que Louis Ranvier prend son autonomie et réalise les travaux qui lui permettront de publier son *Manuel d'histologie pathologique* en 1869, 1873 et 1876⁴. À la suite de cette publication, Bernard permet la création d'une chaire d'anatomie générale pour Ranvier au Collège de France. Mais la publication qui fait réellement connaître Ranvier est un traité plus personnel, le *Traité technique d'histologie*⁵, qui devient la « Bible » de Santiago Ramón y Cajal. Cet ouvrage complet offre plusieurs descriptions de la très récente technique de coloration de Camillo Golgi, ses avantages et inconvénients à une époque où elle passe encore largement inaperçue.

La carrière de Ranvier peut être décrite comme celle d'un anatomopathologiste classique, gagné à la théorie cellulaire, convaincu par les partisans de l'usage du microscope en médecine, et finalement spécialiste d'anatomie normale et pathologique. Ranvier a d'ailleurs continué de pratiquer de manière épisodique quelques autopsies, comme pour la description d'une lymphadénie, en 1871, pour Louis Landouzy (1845-1917)⁶. Dans une telle perspective, le rattachement de Ranvier à l'école de Claude Bernard peut paraître suspecte, et l'on pourrait invoquer les relations personnelles unissant leurs deux familles, ainsi qu'un certain favoritisme académique. Mais ce serait oublier les liens réels qui ont existé entre Ranvier et la physiologie expérimentale de Claude Bernard. L'histophysiologiste du Collège de France, biographe de Ranvier, Justin Jolly (1870-1953), n'a pas hésité à le qualifier de « physiologiste⁷ », même si Ranvier ne semblait pas apprécier les vivisections et dénonçait la cruauté infligée aux chiens que Bernard abandonnait à ses préparateurs en fin d'expérience. Il y a cependant, dans le style de certaines recherches de Ranvier, un esprit physiologique indéniable.

En ce qui concerne Claude Bernard, Canguilhem a bien compris ce que la carrière de Ranvier apportait à sa perspective théorique : « la création, en 1875, au Collège de France, d'une chaire d'histologie pour un élève de Claude Bernard, Ranvier (1835-1922), n'avait pas eu seulement pour fin la consécration de

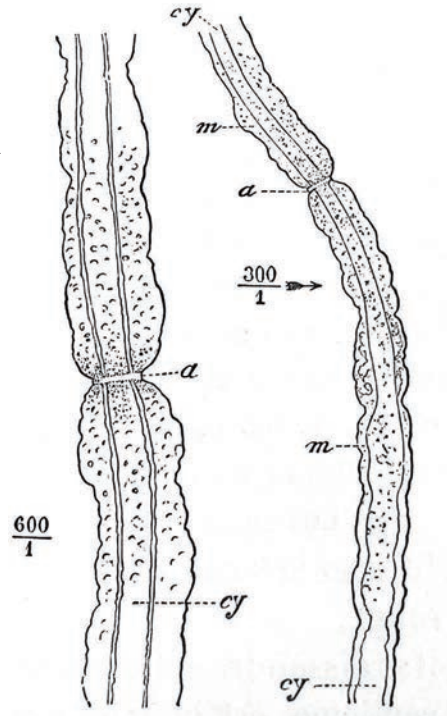
4. V. Cornil, L. Ranvier, *Manuel d'histologie pathologique*, Paris, Baillière, 1869, 1873, 1876.

5. L. Ranvier, *Traité technique d'histologie*, Paris, Savy, 1875.

6. T.-J. Landouzy, « Lymphadénie cutanée. Mycosis fongoïde », *Comptes Rendus de la Société de biologie*, 23, 1871, 184-185.

7. J. Jolly, « Louis Ranvier, (1835-1922) : Notice biographique », *Archives d'Anatomie Microscopique*, 19, 1922, 1-72. J. Jolly, « Ranvier et la méthode expérimentale », in Abel Lefranc, éd., *Le Collège de France, 1530-1930, livre jubilaire composé à l'occasion de son quatrième centenaire*, Paris, Presses universitaires de France, 1932

Figure 3.
Anatomie microscopique des étranglements
annulaires (*a*) (nœud de Ranvier), (*cy*),
cytoplasme, (*m*), myéline.



l'ingéniosité et de l'efficacité de nouvelles techniques en microtomie, elle témoignait surtout de l'obligation faite à la physiologie de poursuivre à un nouveau plan de structure la recherche de son objet et de ses problèmes.⁸ » Pour appuyer son propos, Canguilhem citait encore Claude Bernard, sa quatorzième leçon de physiologie opératoire : « la vie réside exclusivement dans les éléments organiques du corps ; tout le reste n'est que *mécanisme*. Les organes réunis ne sont que des appareils construits en vue de la conservation des propriétés vitales élémentaires.⁹ » Bien que ne reconnaissant pas ouvertement l'unicité de la cellule en tant qu'élément de la vie, Bernard pensait néanmoins que les propriétés du vivant dépendaient directement de constituants élémentaires et de la configuration de leurs rapports. Les recherches ultérieures de Ranvier, notamment celles sur les fibres nerveuses, démontrent que le jeune histologiste apprit de Claude Bernard comment l'histologie pouvait servir la physiologie, mais plus profondément comment les propriétés du vivant pouvaient s'expliquer par des mécanismes mettant en jeu des cellules, ou d'autres éléments, d'autres « radicaux de la vie¹⁰ ».

8. G. Canguilhem, « La constitution de la physiologie comme science », in *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin, 1968, p. 239.

9. C. Bernard, *Leçon de physiologie opératoire*, Paris, Baillière, 1879, quatorzième leçon, cité in G. Canguilhem, 1969, *op. cit.*, p. 239.

10. C. Bernard, « Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France », 1867, in *La science expérimentale*, Paris, Baillière, 1925.

Ranvier suivit en effet les *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme* (1859)¹¹, et les *Leçons sur les propriétés des tissus vivants* (1866)¹² relevant en partie de la microscopie, mais il ne semble pas avoir suivi la leçon du 14 janvier 1857 sur la physiologie et la pathologie du système nerveux¹³, où Bernard expose ce qui deviendra le

programme de recherche de Ranvier. Bernard décrit l'analyse des constituants et des enveloppes des nerfs, les cellules ganglionnaires, dont les bipolaires, les corpuscules du tact et leurs terminaisons nerveuses et le phénomène de dégénérescence des nerfs. Outre la formation physiologique que Ranvier reçoit de Bernard, le jeune histologiste s'applique à étudier par ses méthodes et selon les nouveaux principes adoptés d'analyses cellulaires, les « détails anatomiques » du système nerveux dont Bernard recommande l'étude pour l'avancement de leur connaissance physiologique.

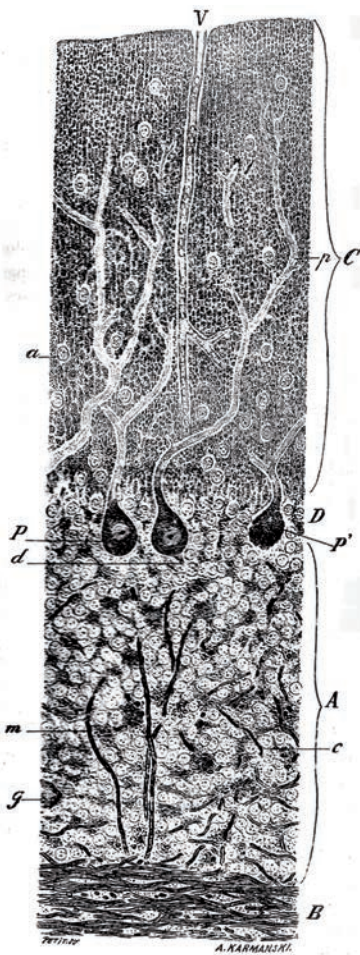


Figure 4.

Anatomie microscopique de la couche corticale du cervelet, p, cellule de Purkinje, C, couche corticale présentant des interneurones, A, couche des cellules en grain.

11. C. Bernard, *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme*, Paris, Baillière, 1859.
12. C. Bernard, *Leçons sur les propriétés des tissus vivants*, Paris, Cours de médecine du Collège de France, 1866.
13. C. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, Paris, Baillière, 1858, tome I.

Ranvier entreprend ces recherches dans le sillage de Claude Bernard à partir de la fin des années 1860, dans la perspective physiologique de la nutrition des éléments anatomiques. Les descriptions des enveloppes nerveuses et des étranglements annulaires sont rattachées à la question du passage dans les fibres nerveuses des nutriments du sang¹⁴. Certains indices physiologiques étaient en faveur d'un rôle de la circulation du sang dans le maintien des fonctions nerveuses. L'interruption temporaire du flux sanguin engendre une perte transitoire de la fonction des nerfs moteurs qui réapparaît par perfusion de sang oxygéné. Les nerfs paraissaient donc être des lieux de consommation d'oxygène et de combustion de glucose, ainsi *a priori* que tout élément cellulaire, comme l'ont indiqué les expériences d'Auguste Chauveau¹⁵, puis de Paul Bert. Ranvier rapporte l'observation d'Ugo Schiff¹⁶ d'une réaction acide et d'une hausse de température suggérant une consommation d'oxygène dans les nerfs¹⁷. La question semble donc claire pour Ranvier : comment l'oxygène et le glucose pénètrent-ils dans les fibres nerveuses munies de gaines et d'enveloppes ? C'est par ce type d'interrogations que Ranvier crée son propre style d'histophysiologie. Il n'élabore pas simplement un système d'observations histologiques dans le cadre interprétatif d'une fonction physiologique, comme dans l'histophysiologie classique de la rétine. L'histophysiologie de Ranvier est résolument expérimentale, c'est une « histologie expérimentale » selon le mot de Bernard¹⁸. Il démontre ainsi l'imperméabilité des enveloppes des fibres nerveuses par l'absence de diffusion de carmin soluble¹⁹, alors que cette substance pénètre dans le cytoplasme des fibres au niveau des constriction de la gaine de myéline, des « étranglements annulaires », ou « nœuds de Ranvier » dont la fonction semble dès lors être une zone d'échange pour la nutrition. Ranvier poursuit la description minutieuse de ces nœuds par le nitrate d'argent, antérieurement représentés sur certaines planches par certains auteurs, mais qui n'avaient jamais attiré l'attention jusque-là²⁰.

14. L. Ranvier, « Contributions à l'histologie et à la physiologie des nerfs périphériques », *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*, 73, 1871, 1 168-1 171, p. 1 168.

15. A. Chauveau, « Nouvelles recherches sur la question glycogénique », *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*, 42, 1856, 1 008-1 011.

16. Ugo Schiff (1834-1915).

17. L. Ranvier, 1871, *op. cit.*, p. 1 168-1 169.

18. L. Ranvier, « Recherches sur l'histologie et la physiologie des nerfs », *Archives de Physiologie Normale et Pathologique*, 4, 1872, 129-149, 427-446.

19. L. Ranvier, Séance du 11 novembre, *Comptes Rendus de la Société de biologie*, 23, 1871, 130-134, p. 131.

20. L. Ranvier, *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*, 1871, *op. cit.*, p. 1 169-1 170 ; L. Ranvier, *Comptes Rendus de la Société de biologie*, 1871, *op. cit.*, p. 133.

Cette découverte se situe dans un cadre bernardien fort dans lequel l'expérimentation influe sur la technique histologique, en l'incitant à travailler sur des éléments anatomiques vivants, dissociés manuellement pour en changer les conditions extérieures d'existence. Cette histologie expérimentale fournira de nouveaux cadres interprétatifs, comme l'explication de l'effet du curare sur le nerf par une action négative sur sa nutrition²¹.

Ranvier peut donc passer, aux yeux de certains de ses contemporains, pour un physiologiste des éléments anatomiques, un histophysiologiste au sens de physiologiste des tissus, c'est-à-dire par une approche expérimentale. La continuité de pensée, de philosophie de l'expérimentation, avec Claude Bernard semble claire. Il suffit encore pour s'en convaincre de rapporter la citation de Bernard que Ranvier utilise dans la leçon inaugurale de sa chaire : « Il ne suffit pas de connaître anatomiquement les éléments organiques, il faut étudier leurs propriétés et leurs fonctions à l'aide de l'expérimentation la plus délicate ; il faut faire en un mot, l'histologie expérimentale. Tel est le but suprême de nos recherches, telle est la base de la médecine future.²² »



Figure 5.

Louis Ranvier après l'obtention de sa chaire d'anatomie générale.

Pourtant, cette proximité apparente, et l'appartenance indéniable de Ranvier à l'école de Claude Bernard, nous force à considérer l'instauration d'une différenciation épistémologique entre l'approche bernardienne et l'émancipation de la nouvelle discipline histologique qu'est l'anatomie générale de Ranvier. Un point de rupture paraît être le fameux *principe de déduction anatomique* tant combattu par Claude Bernard dans son attaque de la primauté de l'anatomie dans les sciences biologiques, alors que Ranvier le remet en honneur d'une nouvelle manière par l'histologie microscopique. Quelques-uns des arguments, d'ailleurs très forts, de Bernard étaient qu'il n'avait pas découvert la fonction glycogénique du foie en étudiant sa structure ; de même, la fonction longtemps énigmatique du pancréas ne devait rien à la proximité de structure de ses îlots cellulaires, ni à celle des glandes lacrymales. Inversement, des cellules de morphologies très différentes pouvaient avoir une fonction identique,

21. C. Bernard, *Principes de médecine expérimentale*, Paris, PUF, 1877.

22. L. Ranvier, *Leçon d'ouverture du cours d'anatomie générale*, Paris, Duval, 1876, p. 1.

une idée que partagea Ranvier au sujet des motoneurones spinaux²³. Pour Bernard, la fonction relevait de la physiologie expérimentale, alors que le rôle de l'histologie était de la localiser secondairement dans des éléments anatomiques.

Toutefois, selon Ranvier, cette assertion ne pouvait être valable à l'échelle microscopique. Car les propriétés du vivant, une fois expliquées par la présence et la coordination des actions de certains éléments anatomiques, par la description des mécanismes physiologiques, il devenait possible, de manière inverse, de déduire la fonction d'un tissu directement de sa composition et de la configuration de ses éléments. Selon Ranvier, « la physiologie est liée à l'histologie d'une manière si intime que la structure d'un organe étant bien connue, il est presque toujours possible d'en déduire la fonction et le mode de nutrition²⁴ ».

Cette position épistémologique permet à Ranvier de refonder l'*Anatomie générale* de Xavier Bichat au Collège de France, par l'étude microscopique des tissus. Un certain tissu n'est plus seulement général en ce sens qu'il peut entrer dans la composition de divers organes en conservant ses propriétés spécifiques. Avec l'histologie microscopique et expérimentale, il devient possible d'établir l'organisation et la composition générale des différents tissus et de les constituer en tant qu'entités générales par leurs compositions. Cette approche peut alors réinvestir le champ de la pathologie – de la pathologie expérimentale en particulier – en décrivant les réorganisations, les dégénérescences et régénérations des tissus après lésion à l'échelle microscopique.

Les travaux de Ranvier sur les nerfs coupés dans lesquels certaines fibres régénèrent seront cités en exemple par Ramón y Cajal plusieurs décennies après leur réalisation²⁵. S'ils sont réalisés dans un cadre bernardien, où la section du nerf est responsable d'une dérégulation de l'équilibre entre les éléments histologiques, qui induit la multiplication pathologique des cellules de Schwann, l'histologie expérimentale de Ranvier s'éloigne progressivement de ces interprétations, en adoptant d'autres plus mécaniques, comme la perte de fonction du nerf expliquée par des compressions de ses fibres élémentaires. Bien que s'inscrivant indéniablement dans l'école de Claude Bernard, Ranvier a su créer une anatomie générale originale et autonome, éloignée de celle plus systématique et moins dynamique de Charles Robin²⁶.

23. L. Ranvier, 1875, *op. cit.*, p. 1 061.

24. L. Ranvier, 1872, *op. cit.*, p. 442.

25. J.-G. Barbara, 2007, *op. cit.*

26. L.-O. Cadiat, *Anatomie générale*, Paris, Delahaye et Cie, 1871. Introduction de Robin, p. 111.

En conclusion, nous pouvons proposer une interprétation de l'école de Claude Bernard, qui est initialement une école de physiologie relativement isolée, accueillant des médecins intéressés par l'histologie (Ranvier), la chimie (Dastre) ou la physique (d'Arsonval). La formation centrale de ces élèves en physiologie expérimentale, en association étroite avec le maître, est emblématique d'une jeune discipline qui entend faire graviter autour d'elle les autres en tant que méthodes et recherches secondaires dans l'identification des éléments anatomiques, des constituants chimiques, des forces à l'œuvre dans la clarification des mécanismes en jeu dans les fonctions mises en évidence. Cependant, une évolution se dessine progressivement dans les carrières des élèves de Claude Bernard, dans l'association plus étroite des disciplines, sans que la physiologie expérimentale ne conserve sa position dominante. Mais au lieu de voir une dissolution de la physiologie expérimentale dans des disciplines neuves, les recherches dont l'objet continue d'être l'identification et l'explication des fonctions demeurent essentiellement physiologiques, bien que l'anatomie, la chimie, la physique y soient associées dans l'histophysiologie, la chimie physiologique ou la physiologie physique. La tolérance de Claude Bernard et l'apparente dissolution de son école ne doivent pas masquer qu'un nouvel esprit a animé et coordonné l'intégration des nouvelles disciplines physiologiques.

La carrière d'Auguste Chauveau semble aboutir au même type de conclusions, bien que la configuration des relations entre ce physiologiste lyonnais et Claude Bernard soit différente de celle de Louis Ranvier²⁷. Chauveau ne fut pas un préparateur de Claude Bernard, il travailla plutôt avec Étienne-Jules Marey. Cependant, ses travaux sur la glycémie le placèrent dès le milieu des années 1850 en interaction avec Bernard, alors qu'il était chef des travaux d'anatomie et de physiologie à l'école vétérinaire de Lyon, après ses études à Maisons-Alfort, et qu'il venait de publier un important *Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques*²⁸. En 1859, alors que Marey a soutenu sa thèse de médecine, intitulée *Recherches sur la circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies*, Chauveau monte déjà occasionnellement de Lyon rendre visite à Claude Bernard, alors qu'il ne connaît pas encore personnellement Marey. Au sujet de la thèse de Marey, Chauveau a rapporté que « pour Donders, [un physiologiste des Pays-Bas²⁹, ami de Claude Bernard], c'était la révéla-

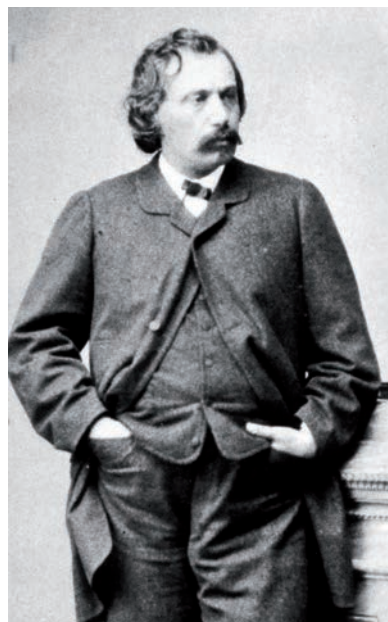
27. Cette étude a fait l'objet d'un article initial, J.-G. Barbara, « Auguste Chauveau (1827-1917) et l'essor de l'énergétique dans la physiologie française au tournant du siècle », in *Énergie, science et philosophie au tournant XIX^e-XX^e siècle*, D. Ghesquier-Pourcin, M. Guedj, G. Gohau, éd., Paris, Hermann, 2010, volume 1, chap. 11.

28. A. Chauveau, *Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques*, Paris, Baillière, 1857.

29. Franciscus Cornelius Donders (1818-1889).

tion de la naissance d'une véritable étoile. De passage à Paris, il avait voulu signaler le fait à son ami Claude Bernard, dans le but d'appeler sa bienveillante attention sur le jeune astre qui venait de faire, d'une manière si brillante, son apparition dans le ciel des physiologistes français. Le hasard voulut qu'arrivé de Lyon, le matin, je me trouvasse au Collège de France, chez notre grand chef, quand Donders vint lui adresser sa requête³⁰ ».

Figure 6. Auguste Chauveau, jeune.
Nos remerciements à M^{me} Pascale Pineau
pour la reproduction.



À cette époque, Chauveau est résolument un physiologiste du cercle de Claude Bernard. Les critiques de Marey des travaux de Chauveau n'empêcheront pas leur collaboration future³¹. Pourtant, dans la préface de son *Traité*, Chauveau se revendique encore, en 1854, d'une autre école que celle de Claude Bernard, celle de l'anatomie comparée ; « admirateur de ces deux grands maîtres [G. Cuvier et Étienne Geoffroy Saint-Hillaire], dit Chauveau, nous nous faisons gloire d'appartenir à leur école³² ». Mais, c'est la période où il se tourne vers la physiologie en collaboration avec son ami Joseph Faivre, ancien interne des hôpitaux et collègue à l'École de médecine de Lyon. Ils réaliseront ensemble leurs travaux sur la contraction cardiaque. L'intérêt nouveau de Chauveau pour la physiologie expérimentale est manifeste lorsqu'il se présente sans succès, le 24 février 1855, à un poste de professeur de physique,

30. A. Chauveau, « Discours de M. Chauveau », *Mémoires de l'Académie des sciences de l'Institut de France*, 1915, 53, 111.

31. C. Debru, « Étienne-Jules Marey : l'innovation médicale », *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, 2004, vol. 188, n° 8, p. 1 413-1 421.

32. A. Chauveau, 1857, *op. cit.*, p. III.

chimie, matière médicale et pharmacie³³. Le programme du concours témoigne des nécessités d'enseignement et du nouveau goût scientifique qui attirent aussi les anatomistes : la capillarité, l'imbibition, l'endosmose, la pile voltaïque, l'albumine, la fibrine, la caséine, les substances vésicantes, les analyses quantitatives de l'oxalate de chaux et de mélanges de sulfates de baryum et de plomb, les antispasmodiques au camphre et l'*Assa foetida*. Le résultat du concours rapporte que Chauveau n'était pas encore assez bien préparé à ces nouvelles matières, malgré ses qualités indéniables³⁴, mais un tournant est pris vers la physiologie expérimentale, grâce à une rigueur anatomique et les premiers succès des expériences de vivisection sur le cheval, deux caractéristiques identiques des premiers travaux d'importance de Claude Bernard, en association avec Magendie en 1844, sur la production de la chaleur. Chauveau, dont le nom le prédestinait aux recherches sur le cheval, était fils de maréchal-ferrant et c'est sur cet animal qu'il fondera le nouveau domaine scientifique de l'énergétique.

La fondation en France de cette discipline par Chauveau débute par une nouvelle étude sur la glycogénie parue en 1886, soit trente années après la première qu'il publia en 1856³⁵. Entre ces deux travaux, Chauveau réalise une carrière de physiologie expérimentale, avec Faivre, sur l'étude des mouvements du cœur, et avec Marey sur l'étude par la méthode graphique des mécanismes du cœur, sur la circulation sanguine, la glycogénie hépatique, les fonctions de la moelle épinière, la physiologie des nerfs et des études d'électrophysiologie.

En 1886, Chauveau, alors âgé de cinquante-neuf ans, à peine nommé Inspecteur général des Ecoles vétérinaires, publie ses études de glycogénie réalisées les trois années précédentes en collaboration avec son assistant Maurice Kaufmann. Ces études le lanceront dans le domaine de l'énergétique, en associant le style de recherche de l'école bernardienne à la science allemande.

Il y a trente ans, dit Chauveau, je prenais part au mouvement de recherches provoquées par la belle découverte de Claude Bernard sur la glycogénie hépatique. [...] Depuis lors, j'ai continué à m'occuper des rapports qui peuvent exister entre la

33. C. Pitois, *Chauveau : sa vie, son œuvre anatomique et physiologique*, Thèse de médecine, Université Claude Bernard, Lyon 1, 22 juin 1998, p. 18.

34. *Ibid.*

35. A. Chauveau, 1856, *op. cit.* A. Chauveau, « La glycose, le glycogène, la glycogénie, en rapport avec la production de la chaleur et du travail mécanique dans l'économie animale », *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*, 1886, 103, 974-980.

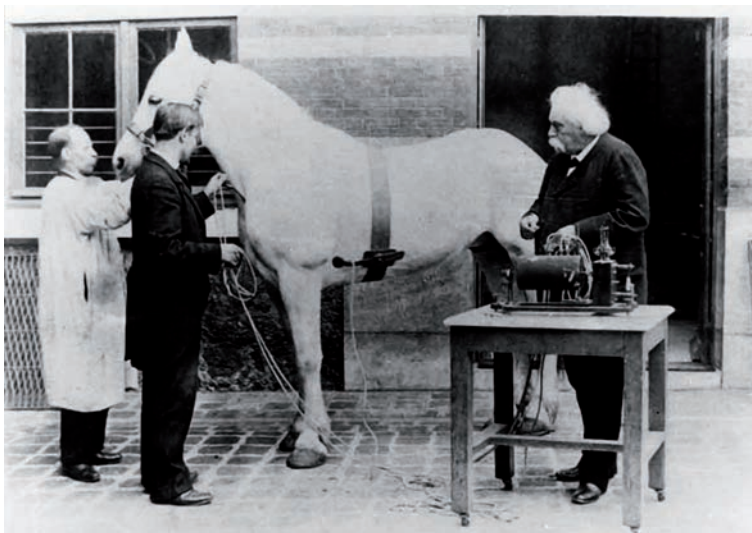


Figure 7. Auguste Chauveau expérimentant sur un cheval par vivisection.
Méthode graphique de la mesure de la pression artérielle dans la carotide
du cheval par un sphygmographe.

fonction glycogénique d'une part, la production de la chaleur et le travail musculaire d'autre part³⁶.

Si j'ai consacré tant de labeur à cette recherche [de 1856], poursuit Chauveau, c'est qu'au point de vue de la calorification, la perte de la glycose subie par le sang en passant des artères dans les veines constitue un fait primordial d'une haute importance³⁷.

La question de la chaleur animale est alors toujours en suspens par des remises en cause théoriques par Bernard (1856-1879), Joseph-Noël Smpolo (1861), F.-L. Bardeau (1870), Robert de Latour (1886) et plus tard Charles Richet (1889). « Pour quelles raisons, demande Bernard, considère-t-on que la chaleur produite par la contraction musculaire résulte d'une combustion directe du carbone et de l'hydrogène [conception de Lavoisier] ?³⁸ » En 1872, Bernard définit mieux ce domaine par des questions plus précises :

36. A. Chauveau, 1886, *op. cit.*, p. 974.

37. *Ibid.*, p. 976.

38. C. Bernard, *Leçons sur la chaleur animale*, Paris, Baillièrre et fils, 1876.

Y a-t-il équivalence entre les phénomènes chimico-caloriques développés et le mouvement musculaire produit ? Peut-on, en un mot, appliquer ici la loi de l'équivalent mécanique de la chaleur ? Toutes ces questions de transformation de forces, qui ont pris une si grande extension dans les sciences mécaniques, devaient naturellement chercher à s'introduire dans la physiologie des phénomènes mécaniques de la vie [...] ³⁹.

À la fin des années 1880, Richet combat le médecin Latour qui attribue un rôle dominant aux capillaires sanguins, tandis que Sanson ⁴⁰ développe une réflexion autour du rôle des fermentations dans la production de chaleur animale ; la calorimétrie semble devenue une physiologie de la thermorégulation finalement assez éloignée de l'énergétique.

Durant cette période, si Richet et d'Arsonval placent leurs travaux dans le domaine de la calorimétrie, Chauveau tente une nouvelle approche par l'association de la vivisection réalisée sur le cheval. La circulation d'un muscle est utilisée pour contrôler les flux de matière et de chaleur. De sorte que le système associant le muscle et son réseau circulatoire devient un véritable calorimètre naturel. La question initiale est simple et l'une des plus prégnantes en énergétique animale : quel est l'équivalent mécanique de la chaleur ? Il s'agit de vérifier la loi de conservation de l'énergie chez un organisme vivant et de vérifier que le résidu énergétique non converti en travail mécanique par la combustion du glucose est restitué sous forme de chaleur. C'est la recherche de l'équivalent mécanique de la chaleur, tel qu'il fut défini par James Joule (1818-1889) pour la compression d'un gaz. Ainsi, la question portant sur la quantité de travail équivalant à une certaine quantité de chaleur se déplaçait de la physique vers la biologie.

Chauveau s'attaque à un problème difficile, puisqu'il s'agit de réaliser un ensemble de mesures précises pour vérifier une équation de conservation de l'énergie prédite par la physique. Selon lui, « tout le monde s'entend sur ce point, que les lois de la transformation et de la conservation de l'énergie doivent être appliquées, dans leur ensemble, aux manifestations de l'activité physiologique des êtres organisés. Ce principe [...] n'a pourtant reçu qu'un commencement de démonstration expérimentale rigoureuse ⁴¹ ». « Quelle est la destination de ce supplément

39. C. Bernard, *De la physiologie générale*, Paris, Hachette, 1872.

40. A. Sanson, « Sur la source du travail musculaire et sur les prétendues combustions respiratoires », *CR Acad. Sci*, 1880, 91, 336-339.

41. A. Chauveau, « Du travail mécanique et de son équivalence », *Revue scientifique*, 1888, 41, 129-139, p. 129n.



Figure 8. Photographie de la maquette du laboratoire avec les salles d'expérimentation sur les chevaux en bas, à gauche et à droite ; photographie de l'intérieur de la salle de droite. La maquette est installée dans la salle Chauveau, à l'École vétérinaire de Lyon à Marcy-l'Étoile.

de travail chimique ? Se transforme-t-il entièrement en travail mécanique ? Y a-t-il une part, et laquelle, réservée à d'autres transformations de l'énergie ? Ce sont des questions qui touchent aux points les plus délicats et les plus difficiles à étudier de la Thermodynamique biologique.⁴² »

Chauveau a l'idée d'utiliser le muscle releveur de la lèvre supérieure du cheval, un muscle bien délimité, accessible par chirurgie légère, irrigué et drainé par deux gros vaisseaux, l'un afférent, l'autre efférent. Dans l'expérience, on doit tenir compte de l'accélération du débit sanguin mesuré par un hémodynamographe lors de l'exercice musculaire. Mais ce facteur de correction ne remet pas en cause le principe des mesures sanguines de glucose, d'oxygène, de gaz carbonique et de température en amont et en aval du muscle, à la suite d'un travail intense mesuré par un dynamographe. Chauveau trouve une valeur acceptable de 425 kg.m^{43} . L'expérience est considérée comme un succès et devient très rapidement citée dans tous les manuels de physiologie. Elle constitue un progrès net par rapport à celle de Gustave-Adolphe Hirn (1815-1890). Mais les travaux calorimétriques ultérieurs de Wilbur Olin Atwater (1844-1907) éclipsent pourtant ce beau travail.

42. A. Chauveau, « Nouveaux documents sur les relations qui existent entre le travail chimique et le travail mécanique du tissu musculaire. [...] », *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*, 1887, 104, 1 763-1 769, p. 1 764.

43. La valeur réelle est $1 \text{ cal} = 4185 \text{ J}$.

Les travaux de Chauveau en énergétique se poursuivront jusqu'au milieu des années 1890 et donneront lieu à des ouvrages capitaux, *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente* et *La vie et l'énergie animale*⁴⁴. D'un accès difficile pour les physiologistes, ces ouvrages seront néanmoins très cités jusqu'aux années 1920. Ils formeront la base de l'énergétique physiologique française. Dès 1897, dans sa thèse de médecine présidée par Charles Richet, Mariette Pompilian rend hommage à Chauveau : « C'est un devoir pour nous de reconnaître la grande influence qu'ont eue sur nous les travaux de M. Chauveau. Notre travail est en grande partie le fruit des méditations de son œuvre, car ces travaux en constituent une des plus grandes et des plus importantes de la physiologie.⁴⁵ » L'élève de Chauveau, Jules Lefèvre publie, en 1911, un traité intitulé *Chaleur animale et bioénergétique*⁴⁶. Dans la préface, Dastre salue l'ouvrage qui « résume [pour les médecins] les travaux contemporains sur la bioénergétique [...] auxquels se rattachent, au premier plan, les noms de MM. Berthelot et Chauveau et, tout près d'eux, ceux de Rubner⁴⁷, de von Noorden⁴⁸, d'Atwater⁴⁹ et Benedict⁵⁰ et de J. Lefèvre⁵¹ lui-même.⁵² »

L'analyse des travaux de bioénergétique de Chauveau démontre l'attachement à l'école de Claude Bernard, et la constitution de l'énergétique française à partir d'études sur la glycogénie et la production de la chaleur animale, par une méthode alliant la vivisection et l'inscription graphique. Ces travaux permettent à Chauveau de préciser les concepts d'équivalent mécanique de la chaleur, de travail, de force. À propos du concept de force élastique de Chauveau, que Dastre a critiqué, Jules Lefèvre reconnaît que cette idée revient à transformer une idée vitaliste de la force en une idée énergétiste.

44. A. Chauveau, *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*, Paris, Asselin et Houzeau, 1891. A.

Chauveau, *La vie et l'énergie animale*, Paris, Asselin et Houzeau, 1894.

45. M. Pompilian, *La contraction musculaire et les transformations de l'énergie*, thèse pour le doctorat en médecine présentée et soutenue le 23 juillet 1897.

46. J. Lefèvre, *Chaleur animale et bioénergétique*, Paris, Masson, 1911.

47. Max Rubner.

48. Carl Harko von Noorden (1858-1944).

49. John Wilbur Atwater (1840-1910).

50. Francis Gano Benedict (1870-1957).

51. Jules Lefèvre.

52. J. Lefèvre, 1911, *op. cit.*, p. v.

Aussi s'expliquera-t-on, selon lui, que [...] les physiologistes aient été amenés à voir dans l'activité vitale elle-même une forme [...] de l'énergie. C'est ce postulat qui s'est traduit avec toute sa force dans l'expression de travail physiologique que M. Chauveau a employée pour désigner l'activité de la vie [...] il convient plutôt de donner à l'énergie supérieure [...] le nom d'énergie physiologique [...] une sorte d'expression très simplifiée de la mystérieuse activité vitale, en langage énergétique⁵³.

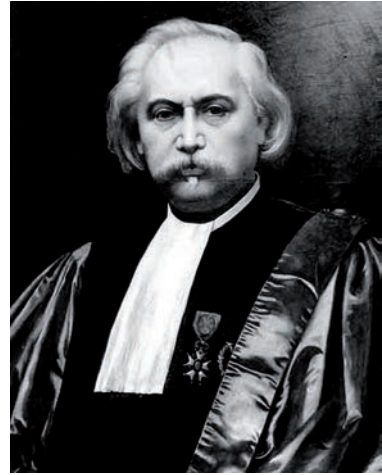


Figure 9.
Portrait officiel d'Auguste Chauveau.

Aussi les travaux de Chauveau permettaient de concevoir plus précisément comment les « énergies vivantes », que Dastre définissait comme spécifiques du vivant⁵⁴, pouvaient rentrer dans le même ordre universel que les autres forces du monde physique. Ainsi le vitalisme à la française de Dastre trouvait-il un écho dans les recherches d'un physiologiste de la famille scientifique de Claude Bernard qui avait su réaliser une synthèse heureuse de la méthode bernardienne et d'une nouvelle approche scientifique allemande.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie M^{me} Pascale Pineau de la bibliothèque de l'École nationale vétérinaire de Lyon pour ses renseignements et l'autorisation de reproduire les photographies présentées. Remerciements à Anne Boullerne pour le portrait de Ranvier de la figure 1 provenant de la *Chronique artistique et littéraire*.

53. J. Lefèvre, « La Bioénergétique générale », *Rev Gén Sci PA*, 1912, 23, 187-198, p. 194.

54. A. Dastre, « La théorie de l'énergie et le monde vivant. II. Les énergies vivantes », *Revue des deux mondes*, 1898, 147, 189-202.