

VIE DE CLAUDE BERNARD



(1)



(2) © Musée de la Ville de Lyon, Archives Communales 17026

UNE JEUNESSE BEAUJOLAISE

Claude Bernard est né le 12 juillet 1813 à Saint-Julien. Son père fait le commerce du vin. Endetté, il devient instituteur. De son mariage avec Jeanne Saunier naissent Claude et sa sœur. Faute de ressources familiales, Claude Bernard doit abandonner ses études. Il trouve un emploi de préparateur à la pharmacie Millet à Vaise. Il consacre son temps libre à l'écriture d'un vaudeville, *Rose du Rhône*, avant de rédiger un drame historique *Arthur de Bretagne*.



(3)

UNE DÉCEPTION FRUCTUEUSE

Claude Bernard se rend à Paris en 1834 pour vivre de sa plume. Saint Marc Girardin, critique littéraire reconnu, lui conseille d'abandonner la littérature et d'étudier la médecine.

Élève moyen, il est remarqué à l'Hôtel Dieu par Pierre Rayer qui le propose comme préparateur à Magendie, célèbre physiologiste. Suite à son échec à l'agrégation en 1844, il se consacre à la recherche expérimentale dans son laboratoire.

Il n'avait pas les qualités superficielles qui font réussir en des épreuves où c'est un défaut d'avoir des idées, et où on est perdu si un moment on se laisse aller à suivre sa propre pensée. (Ernest, Renan. Les Œuvres)



(4)

Thériaque : Célèbre contrepoison dans l'Antiquité, encore considérée comme une panacée au cours du XIX^{ème} siècle. Elle était apparemment fabriquée dans la pharmacie Millet avec tous les fonds de tiroirs au grand désarroi de Claude Bernard.



LES DÉSILLUSIONS AMOUREUSES

Il se marie avec Marie-Françoise Martin, fille d'un riche médecin. Naissent deux fils qui meurent prématurément et deux filles, Tony et Marie. Son épouse, membre actif de la Société Protectrice des Animaux, s'oppose à ses vivisections et le dénonce à plusieurs reprises. Ils se séparent en 1869. Claude Bernard travaille dans son laboratoire et propose un enseignement de physiologie expérimentale. Des admirateurs célèbres se pressent à ses cours : Théophile Gautier, Flaubert, les Goncourt, des princes et des ambassadeurs. Il y rencontre Marie-Sarah Raffalovich, avec qui il va entretenir jusqu'à sa mort une correspondance de plus de 500 lettres. Il meurt le 10 février 1878 à Paris. Il aura des funérailles nationales.

Vous possédez des qualités d'esprit qui généralement relient la force logique et la délicatesse du sentiment. (Lettre à Madame Raffalovich du 24 septembre 1869)



(5)

1. Maison natale de Claude Bernard
2. Portrait de Claude Bernard en toge universitaire
3. Portrait de Saint Marc Girardin
4. Emplacement de la pharmacie Millet, Grande-Rue de Vaise (ex-rue Royale).
(Le souvenir de Claude Bernard dans la région Lyonnaise de Jean Lacassagne)
5. Portrait en médaillon de Marie-Françoise, dite « Fanny », femme de Claude Bernard

LA MÉTHODE EXPÉRIMENTALE DE CLAUDE BERNARD



(1)

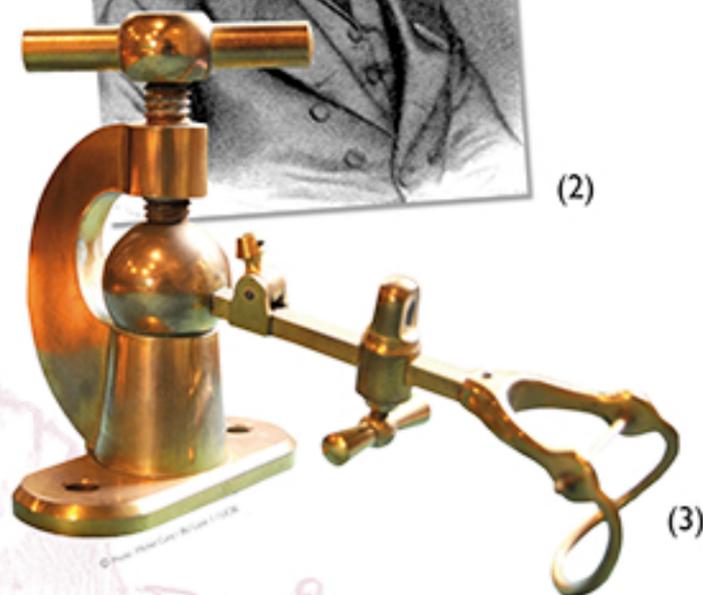
LES PREMIÈRES EXPÉRIMENTATIONS ANIMALES

Claude Bernard note dans un cahier ses expériences sur le vivant et sa pratique de la vivisection, enseignée par Magendie comme un moyen d'investigation scientifique. *Injecter de l'oxyde de carbone dans une grenouille et voir si le muscle respirera encore, si la propriété musculaire persistera, pour voir si les propriétés vitales sont indépendantes des phénomènes chimiques et physiques, ou en sont la conséquence forcée.* (Cahier de notes)

Les anti-vivisectionnistes lui causent des ennuis : un jour, alors qu'il montre comment recueillir le suc gastrique de l'estomac d'un chien vivant, au moyen d'une canule, celui-ci s'échappe avec l'instrument. Convoqué au commissariat, Claude Bernard se défend en assurant que l'animal ne souffre pas.



(2)



(3)

LE SCHÉMA BERNARDIEN

Claude Bernard est un défenseur du « doute expérimental ». Pour lui, l'expérience est fondamentale :

- elle permet une conquête de la vérité (démonstration expérimentale). Le savant se fait donc le théoricien de la démarche expérimentale, laquelle comporte trois phases : l'observation, l'hypothèse et l'expérimentation. Claude Bernard la schématise en OHERIC : observation, hypothèse, expérimentation, résultats, interprétation, conclusion.

- l'expérience est une observation déclenchée dans des « conditions déterminées ». Les faits suscités valident ou non l'hypothèse ou « idée *a priori* ». Bernard nomme cette vérification le « critérium expérimental ». Il soumet ensuite l'expérience à la « contre-épreuve », pour prouver le déterminisme des faits observés.

« Il faut d'abord observer un phénomène, puis, quand on l'a observé, on fait des hypothèses sur la cause ; alors il faut décomposer le phénomène en ses éléments, d'où l'expérience. » (Cahier de notes)



(4)

Un matin, découvrant des lapins « oubliés » sur la table du laboratoire, le savant remarque que leur urine est claire. Pourtant, les herbivores ont l'urine trouble. Puis, il relève qu'elle est acide, ce qui est le propre des carnivores. Il s'interroge aussitôt : « des lapins peuvent-ils devenir carnivores ? ». Il soumet l'hypothèse à l'expérience et observe qu'à jeun, tous les animaux se nourrissent de viande. Cette banale observation d'une tache d'urine conduira le physiologiste à la découverte du rôle du suc pancréatique dans l'assimilation des graisses.

DE LA MÉTHODE AUX DÉCOUVERTES

Claude Bernard est doté d'un véritable génie d'expérimentateur. Il associe son intuition personnelle à ses observations : selon lui, une découverte est « une affaire de sentiment ». Par ailleurs, il reconnaît le rôle du hasard dans les prémices d'une découverte.

« Quand le fait que l'on rencontre ne s'accorde pas avec une théorie régnante, il faut accepter le fait et abandonner la théorie » (Introduction à l'étude de la médecine expérimentale)

1. Crochets et ériges simples
2. François Magendie
3. Mors à lapin
4. Laboratoire de Claude Bernard à Saint-Julien en Beaujolais

L'APPORT DE CLAUDE BERNARD À LA PHYSIOLOGIE

NAISSANCE ET DÉVELOPPEMENT DE LA PHYSIOLOGIE

Le terme de physiologie désignant une discipline à part entière apparaît pour la première fois au XVI^e siècle, dans l'ouvrage latin de Jean Fernel (1497-1558) intitulé *Universa medicina*. La première découverte fondamentale est celle de la circulation du sang par William Harvey (1578-1657) au début du XVII^e siècle. C'est au XIX^e siècle que la physiologie connaît son plus fort développement, grâce au rôle capital de Claude Bernard, qui élabore une véritable théorie du vivant.

Il définit la discipline comme « la connaissance des lois de la vie ». Cette approche globale nécessite des connaissances en physique, chimie et anatomie, d'où l'essor tardif de la physiologie.

De plus, Claude Bernard fonde la physiologie expérimentale. Il soumet l'organisme à des stimuli physiques - froid, chaleur, électricité - ou chimiques pour étudier ses réactions générales et locales aux modifications de l'environnement.

« La vie ne se conçoit que par le conflit des propriétés physico-chimiques du milieu extérieur et des propriétés vitales de l'organisme réagissant les unes sur les autres. [...] si l'on supprime ou si l'on modifie soit le milieu, soit l'organisme, la vie cesse ou s'altère aussitôt. La physiologie générale ne peut être solidement fondée qu'à la condition de reposer sur cette double base. » (Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France, 1867)



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)

FONCTIONS ORGANIQUES ET MILIEU INTÉRIEUR

Contrairement aux vitalistes, pour qui les phénomènes de la vie sont régis par un « principe vital », Claude Bernard les subordonne aux fonctions cardiaque, digestive, respiratoire, excrétrice, reproductrice et musculaire.

Il introduit plusieurs concepts fondamentaux :

- le milieu intérieur, véritable lien physiologique unissant tous les tissus de l'organisme, appelé « mer intérieure » par Claude Bernard. Sa composition doit rester constante, malgré la variabilité du milieu extérieur.

- la fixité du milieu intérieur (homéostasie de Cannon) assure la régulation nécessaire du milieu intérieur, en permettant l'adaptation selon un équilibre dynamique. La constance de la composition du milieu intérieur, grâce à l'homéostasie, est garante d'une vie indépendante.

Pour Claude Bernard, l'état pathologique résulte d'une dégradation de l'état physiologique normal.

« Les organismes sont libres et indépendants parce que leur mer intérieure est stable. » (Leçon sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux)

(6)



1 et 2. Canules

3. Appareil servant à mettre en évidence la différence d'hémodynamique dans un tube souple et un tube rigide.

4. Soufflet pour ventiler l'animal anesthésié

5. Expérience de Chauveau : cathétérisme du ventricule gauche du cheval.

6. Kymographe

DES PREMIÈRES DÉCOUVERTES TRÈS ORIGINALES



DES POISONS ET DES PLANTES

À partir de 1841, les recherches de Claude Bernard sur les **poisons** comme le **curare** ou la **strychnine** lui permettent d'analyser le fonctionnement du système nerveux. Le savant considère les poisons comme « de véritables réactifs de la vie », « un bistouri très délicat ».

- Grâce au curare (un poison végétal), Claude Bernard sépare la propriété contractile du muscle de la propriété motrice du nerf. Il distingue par ailleurs, dans le nerf, la fibre sensitive de la fibre motrice.
- Son étude de l'intoxication par le monoxyde de carbone fait progresser les connaissances sur le sang. Ainsi, il démontre que les globules rouges transportent l'oxygène (fixé sur l'hémoglobine).

« Les glandes sécrètent-elles quand on asphyxie l'animal ? Le curare fait-il l'asphyxie locale du tissu cellulaire, c'est-à-dire des nerfs, ce qui amène l'asphyxie générale ? » (Cahier rouge)

(2)



Durant ses études sur les phénomènes communs aux animaux et aux végétaux, Claude Bernard étudie l'action des toxiques sur les plantes. Dans son jardin de Saint-Julien, il anesthésie à l'éther des plantes sensibles et des feuilles de nénuphar.



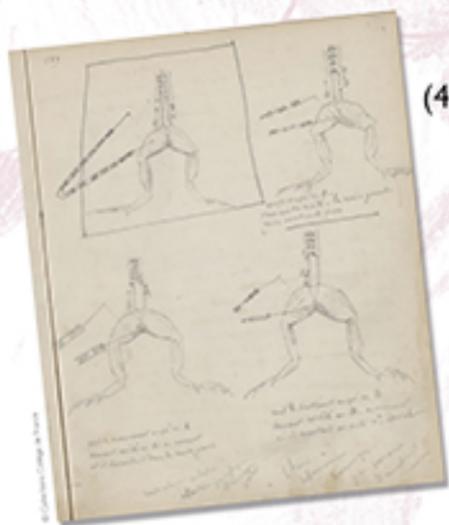
LA DIGESTION

Les premiers travaux de Claude Bernard portent sur la digestion. Ils font l'objet de sa thèse de doctorat en médecine, intitulée *Du suc gastrique et de son rôle dans la nutrition* qu'il soutient en 1843. Étudiant le métabolisme des sucres, le savant découvre que le suc pancréatique permet l'assimilation des graisses. On pensait jusque-là que la digestion consistait en une simple liquéfaction des matières solides : Claude Bernard va décrire des mécanismes chimiques beaucoup plus complexes.

En 1848, il découvre la fonction glycogénique du foie, confirmée par sa fameuse expérience du « foie lavé ». Le glucose sanguin ne provient pas uniquement de l'alimentation : en période de jeûne, le glycogène stocké par le foie subit une hydrolyse, libérant ainsi le glucose nécessaire à l'organisme. Par ailleurs, l'étude de Claude Bernard démontre qu'une glande peut déverser sa sécrétion directement dans le sang : ainsi naît le concept de glande endocrine. *A contrario*, les glandes exocrines déversent leurs sucs par l'intermédiaire d'un canal excréteur.

(4)

(5)



N.B. : une même glande peut être à la fois exocrine et endocrine (= amphicrine) : ainsi, la sécrétion biliaire du foie représente sa fonction exocrine. Le pancréas est à la fois exocrine (suc pancréatique déversé via un canal dans le tube digestif) et endocrine (insuline passant directement dans le sang).

1. Mimosa pudica placée dans une atmosphère étherée. Eponge imbibée d'éther (*La science expérimentale*)
2. Arrière de la maison natale de Claude Bernard à Saint-Julien
3. Carquois de flèches de curare.
- 4 & 5. Fonds Claude Bernard. Manuscrits (Collège de France)

DES DÉCOUVERTES HARDIES

LA PHYSIOLOGIE NERVEUSE

Claude Bernard explore le système nerveux sympathique et met en évidence en 1858 l'existence de **phénomènes vaso-moteurs** : des nerfs agissent sur des circulations sanguines locales. Par ailleurs, il montre que la section des nerfs du système sympathique de la tête entraîne une diminution du diamètre de la pupille, une rétraction du globe oculaire, une diminution de l'ouverture palpébrale et une dilatation des vaisseaux de la tête. L'ensemble de ces manifestations constitue le **syndrome de Claude Bernard-Horner**. Il montre aussi que la stimulation de la **corde du tympan** (branche du nerf facial), augmente la sécrétion des glandes salivaires sublinguales et submandibulaires.



N.B. : Les signes découverts chez le lapin par Claude Bernard ont été retrouvés en pathologie humaine et constituent le syndrome de Claude Bernard-Horner.



(1)

(2)



(3)

Il comprend donc l'influence fondamentale du système nerveux sur de nombreuses fonctions biologiques, notamment sur les glandes à « **sécrétions internes** ».

Il se penche sur la maladie du diabète, une « maladie nerveuse » selon lui. Grâce à une « **piqûre diabétique** » (piqûre au niveau de l'encéphale du plancher du quatrième ventricule), il parvient à créer un diabète artificiel chez un chien.

« Le diabète, état morbide, représente un trouble de la fonction glycogénique normale » (Leçons sur le diabète et la glycogénèse animale)

LES FERMENTATIONS

Les fermentations ou décompositions sont des propriétés chimiques des cellules, communes aux animaux et aux végétaux. Claude Bernard les étudie en anesthésiant la germination et l'action chlorophyllienne des plantes. Selon leur sensibilité à l'anesthésie, il distingue deux types de fermentations : l'une créatrice ou vitale et l'autre chimique. La première fait intervenir des ferments « figurés » (anesthésiables) et l'autre des ferments « solubles » (non anesthésiables). Claude Bernard consacre ses dernières recherches expérimentales à la **fermentation alcoolique**. Il entre alors en contradiction avec Pasteur, pour qui la fermentation relève uniquement de la vie. On a découvert ultérieurement que les deux positions sont conciliables : les ferments solubles (non vivants) de Claude Bernard sont des enzymes et les ferments figurés sont des microorganismes (levures, bactéries) contenant les mêmes enzymes.

Tous les phénomènes animaux et végétaux vitaux sont réglés par des fermentations. La température détermine seule les changements dans les végétaux. Dans les animaux à sang chaud et à sang froid, il y a l'action du grand sympathique qui empêche l'action chimique. Ce sera là un système à développer. L'œuf lui-même est un ferment. Mettre des œufs de poissons dans des eaux à diverses températures ; se développeront-ils plus ou moins vite ? Probablement oui. (Cahier de notes)



(4)

1. Fonds Claude Bernard. Manuscrits (Collège de France.)
2. Gravure d'une grenouille illustrant le syndrome de Claude Bernard-Horner. (Paul, Bert. *Leçons de zoologie*)
3. Seringue.
4. Tube pour la culture avec un étiquette manuscrite écrite de la main de Claude Bernard. Ce tube rappelle les expériences de Claude Bernard poursuivies à Saint-Julien en septembre 1875 sur la fermentation de la gomme.

AFFINITÉS ET CONTROVERSES



THÉOPHILE-JULES PELOUZE (1807-1867)

Professeur de chimie minérale au Collège de France, le pharmacien Pelouze a conduit des travaux sur le sucre de betterave. Il suscite les recherches de Claude Bernard sur les curares en lui remettant des flèches « curarisées » originaires d'Amérique du Sud.

ERNEST RENAN (1823-1892)

Philosophe et historien, professeur de « Langues hébraïque, chaldaique et syriaque » au Collège de France, Renan échange de nombreuses lettres avec son collègue Claude Bernard à qui il succède à l'Académie Française.



PIERRE RAYER (1793-1867), CASIMIR DAVAINÉ (1812-1882) ET ÉMILE LITTRÉ (1801-1881)

Le physiologiste Rayer présente Claude Bernard à Littré, l'inspirateur de ses idées positivistes et à son externe de l'Hôpital de la Charité, le microbiologiste Davaine, un précurseur de Pasteur dans le domaine des maladies contagieuses.



ARSÈNE D'ARSONVAL (1851-1940), ALBERT DASTRE (1844-1917) ET PAUL BERT (1851-1940)

Claude Bernard partage des « salons scientifiques » avec ses préparateurs, dont **Albert Dastre** (1844-1917), **Paul Bert** (1833-1886) et **Arsène d'Arsonval** (1851-1940), sa « famille scientifique ».



LOUIS PASTEUR (1822-1895),

Les deux savants ont des parcours similaires et travaillent ensemble sur les fermentations. Mais le biologiste a une approche différente concernant la cause des maladies. Emporté par sa méthode, Claude Bernard aurait manqué le rôle des microbes en pathologie lors de l'expérience des ballons* : « Le microbe n'est rien, c'est le terrain qui est tout ».



PIERRE FLOURENS (1794-1867)

Claude Bernard lui succède au Muséum et à l'Académie française où l'éloge qu'il en fait est très mitigé. Ceci, en raison du refus de Flourens d'attribuer la découverte de deux sortes de nerfs rachidiens à son maître Magendie en 1847.



LOUIS FIGUIER (1819-1894)

Pharmacien, docteur en médecine et grand vulgarisateur scientifique, Figuié conteste les observations de Claude Bernard sur la glycogénèse hépatique : en affirmant qu'il n'y a pas de sucre dans la veine porte, Claude Bernard omet l'origine pancréatique du diabète.

JEAN JACQUES VICTOR COSTE (1807-1873) ET MICHEL-EUGÈNE CHEVREUL (1786-1889)

Respectivement professeur d'embryologie au Collège de France et professeur de chimie au Muséum, ils s'opposent à la distinction qu'opère Claude Bernard entre observation empirique et expérimentation.



MARCELIN BERTHELOT (1827-1907)

Ce pharmacien, premier professeur de chimie organique au Collège de France et à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, a été l'élève de Pelouze. Il aide Claude Bernard dans ses recherches sur la fonction glycogénique du foie. Détracteur de Pasteur, Berthelot publie certaines notes posthumes de Claude Bernard sur la fermentation alcoolique, lesquelles contredisent la théorie des germes de Pasteur.



L'EXPÉRIENCE DES BALLONS À COL DE CYGNE
En 1862, Pasteur démontre que l'origine de la maladie est extérieure, et s'oppose à la théorie de la génération spontanée. Il place un liquide dans un ballon et un autre à l'air libre : il en résulte que des microbes se développent sauf dans le liquide protégé par le ballon.

