

## LES REVOLUTIONS EXPERIMENTALES DU XIX<sup>e</sup> SIECLE:

### La révolution physiologique de Claude Bernard

#### I. UNE EXPERIENCE QUI CHANGE LA MEDECINE : C. Bernard et la découverte de la fonction glycogénique du foie (1855) :

- A) Le contexte : La carrière de Claude Bernard et la question du métabolisme :
- B) L'expérience mise en scène : la vivisection comme moyen de connaissance et de démonstration publique :
- Une théorie régnante :
  - Des observations :
  - Une hypothèse :
  - Des expériences :
  - Une conclusion :
- C) Les conséquences :
- Une nouvelle méthode (la méthode expérimentale raisonnement hypothético-déductif) :
  - Une nouvelle discipline au sein de la médecine :
  - La médecine change ses pratiques et ses institutions :

#### II. LA DEFINITION DE LA MEDECINE EXPERIMENTALE : L'épistémologie de Claude Bernard :

- A) La production d'un discours épistémologique :
- Introduction à l'étude de la médecine expérimentale :
  - Auguste Comte et le positivisme :
- B) La méthode expérimentale selon Claude Bernard :
- Hypothético-déductive :
  - Active :
  - Différente de l'empirisme :
  - Déterministe :
  - Analytique :
- C) L'éthique Bernardienne de l'expérimentation ; ses critiques :
- L'intérêt de la vivisection :
  - La mobilisation contre l'expérimentation animale au XIX<sup>e</sup> siècle :
  - Les conditions d'une expérimentation légitime sur l'Homme :

#### III. LA PHYSIOLOGIE DE CLAUDE BERNARD : la notion de milieu intérieur et la redéfinition du vivant :

- Qu'est ce que le milieu intérieur ?
- Qu'est ce que la physiologie ?

- A) Le dépassement de l'alternative entre vitalisme et matérialisme :
- Refus du vitalisme et affirmation du déterminisme physico-chimique :
  - Spécificité du vivant et refus du réductionnisme physico-chimique :
- B) L'unité du physiologique et du pathologique :
- Homogénéité du physiologique et du pathologique :
  - La maladie comme écart à la norme : diabète :
  - Le normal connu par la pathologie :
- C) La supériorité de la physiologie expérimentale sur l'anatomo-pathologie :

#### IV. LE TOURNANT EXPERIMENTAL :

- A) Du lit d'hôpital au laboratoire :
- B) Du regard à la mesure : nouveaux objets nouvelles techniques de la médecine :
- Sphygmographe :
  - Spiromètre :
  - Manomètre gonflable :
- C) Un tournant international : La médecine expérimentale au-delà du cas français :

**CONCLUSION :** Un mythe « Claude Bernard » ? La ré-écriture du passé en histoire de la médecine.

## LES REVOLUTIONS EXPERIMENTALES DU XIXe SIECLE:

### La révolution physiologique de Claude Bernard

Expérimentation en médecine : Production artificielle de phénomènes en vue de leur observation méthodique et reproductible.

Dès le XVII<sup>e</sup> siècle, les médecins ont commencé à avoir une approche expérimentale inspirée des expérimentations physiques de Galilée ; l'expérimentation en médecine n'est donc pas une invention du XIX<sup>e</sup> siècle.

Une expérience célèbre de W. Harvey a montré en 1628 que le sang circulait dans l'organisme grâce au cœur qui joue le rôle de pompe.

Cependant, au XIX<sup>e</sup> siècle, l'expérimentation devient systématique et fait l'objet de la part des médecins et des scientifiques de réflexions philosophiques et épistémologiques.

Les institutions médicales vont aussi changer avec l'expérimentation.

On va envisager l'expérimentation sur 3 niveaux :

- Comment elle diffère de l'observation.
- Comment elle transforme les sciences de la vie en leur donnant le statut de science à part entière.
- Comment elle déplace la médecine du lit du malade au laboratoire.

#### V. UNE EXPERIENCE QUI CHANGE LA MEDECINE : C. Bernard et la découverte de la fonction glycogénique du foie (1855) :

##### D) LE CONTEXTE : LA CARRIERE DE CLAUDE BERNARD ET LA QUESTION DU METABOLISME :

Claude Bernard est un homme du XIX<sup>e</sup> siècle (1813-1878) qui a un parcours à la marge de l'institution médicale. Il commence des études littéraires de dramaturgie, échoue deux fois à l'agrégation de médecine et a donc une pratique plus scientifique que médicale.

Il a une carrière brillante dans les institutions françaises :

- Il commence comme préparateur pour un physiologiste (F. Magendie) dont plus tard, il occupera la chaire au collège de France jusqu'à sa mort.
- Il est nommé à la chaire de physiologie générale de la Sorbonne puis du Muséum d'histoire naturelle.
- Il est élu sénateur sous le II<sup>e</sup> empire à la fin de sa carrière.

Sa carrière aborde des sujets très larges :

- La nutrition, ses études sur le glucose durent à peu près 10 ans (1845-1855)
- Le système nerveux
- L'action des poisons et du curare notamment.

Il n'est pas seulement médecin ou scientifique, il est aussi épistémologue, il a une réflexion sur la médecine qu'il développe dans « Introduction à l'étude de la médecine expérimentale » (1865).

La question de la nutrition n'apparaît pas à Claude Bernard comme un cas isolé, elle s'inscrit dans des débats collectifs et internationaux.

La production d'énergie et de chaleur dans les organismes vivants à partir de l'alimentation – la question du métabolisme – intéresse de nombreux chercheurs pendant tout le début du XIX<sup>e</sup> siècle : comment fonctionnent sur le plan physique et chimique les organismes vivants ?

Claude Bernard hérite aussi d'outils pour étudier ces questions et notamment de la biochimie (qui est en train de naître en Allemagne).

Il est par exemple un des premiers à utiliser la liqueur de Fehling. [Fehling est un biochimiste allemand contemporain de CB découvreur de ce réactif].

⇒ **La médecine est donc à ce moment là une pratique internationale avec circulation des connaissances.**

Ses recherches sur le glucose durent 10 ans, les critiques de Claude Bernard ont souvent tendance à réduire ces recherches à quelques expériences cruciales qui ne sont pourtant que des reconstructions de recherches, reconstructions effectuées en premier par Claude Bernard lui-même, qui lui permettaient de raconter ses expériences.

## E) L'EXPERIENCE MISE EN SCENE : LA VIVISECTION COMME MOYEN DE CONNAISSANCE ET DE DEMONSTRATION PUBLIQUE :

### **L'expérience part toujours d'une mise en scène publique et collective.**

C'est un moyen de connaître des choses sur le vivant, mais aussi un moyen d'enseigner et de raconter l'histoire des découvertes. Claude Bernard lui-même utilise ses **expériences comme moyen d'enseignement**. [Texte 1], exemple de l'enseignement de CB à ses élèves.

⇒ Comment se définit l'approche expérimentale ? la méthode expérimentale ?

- UNE THEORIE REGNANTE :

Elle part toujours d'une *théorie pré-existante, d'une théorie régnante, d'une idée reçue*.

L'idée qui domine la recherche dans le monde à ce moment-là est que, contrairement aux plantes qui peuvent synthétiser du sucre à partir seulement de composés minéraux et des gaz de l'atmosphère, les animaux eux reçoivent exclusivement leurs substances complexes de l'alimentation et les détruisent par combustion lors de la respiration (substance complexe = glucose).

Comment l'organisme détruit-il le glucose de l'alimentation et comment l'utilise-t-il dans son fonctionnement normal ?

- DES OBSERVATIONS :

En partant de cette théorie régnante, CB va faire une série d'observations et remettre peu à peu cette idée en cause.

Il constate que le sang et le foie des animaux contient du sucre même quand leur alimentation n'en contient pas (si on nourrit un animal uniquement de protéines, son sang contient quand même du sucre).

C'est un constat qu'il fait grâce à une observation ponctuelle : il fait un jour un dosage de sucre à partir du foie d'un lapin qu'il vient de tuer. Le lendemain matin, il fait un dosage sur le même foie et constate que la quantité de sucre a augmenté.

Il est surpris et reproduit expérimentalement cette observation.

⇒ Il constate que le sucre peut augmenter dans le foie après la mort de l'animal.

- UNE HYPOTHESE :

De ces observations, CB fait une hypothèse : le foie peut produire du glucose.

CB va construire des protocoles expérimentaux et artificiels pour tester cette hypothèse.

- DES EXPERIENCES :

- PROTOCOLE, LA VIVISECTION : [TEXTE 1]

La **vivisection** est la dissection sur le vif, expérience sur des animaux vivants ou fraîchement tués.

Cette notion de vivisection est importante pour CB, il la fait devant ses étudiants du collège de France.

Il apporte un chien devant eux qu'il sacrifie en direct, tout son texte souligne cet **aspect immédiat de l'expérience qui se donne à voir** : « La vie a été surprise et arrêtée dans un état pleinement normal ».

- 1<sup>E</sup> EXPERIENCE :

Il nourrit un chien exclusivement de viande pendant des semaines, puis le sacrifie et le dissèque très rapidement pour accéder à son foie. (Le foie est vascularisé par un système porte veino-veineux).

Il isole le sang qui entre au foie en faisant deux ligatures :

- sur les veines intestinales
- sur la veine porte.

Il obtient le sang qui sort du foie par la veine cave (dans laquelle se jettent les veines hépatiques). Il fait des tests sur ces deux types de sang pour montrer la présence ou l'absence de sucre :

- Veine porte : absence de sucre, le chien a été nourri uniquement de protéines.
- Veine cave : présence massive de sucre dans le sang qui sort du foie.

⇒ Le foie dans le vivant est bien le lieu où est produit du sucre, indépendamment de l'alimentation.

- **2<sup>E</sup> EXPERIENCE : expérience du foie lavé :**

Il s'agit de savoir si le foie stocke le sucre ou s'il le produit activement à partir de substances existantes.

Cette expérience utilise un dispositif artificiel : il relie la veine porte à un tuyau lié à un dispositif qui met l'eau sous pression. En faisant entrer un courant d'eau qui parcourt tous les vaisseaux hépatiques, il lave le foie de toutes les substances solubles, dont bien sûr le glucose (puisque très soluble).

⇒ Il n'y a plus de sucre dans le foie.

Après quelques heures, il refait un dosage dans le foie et montre la présence de sucre.

Il montre grâce à cette expérience que le sucre est produit à partir d'une substance qui existe dans le foie et qui n'est pas soluble dans l'eau, c'est le **glycogène**.

⇒ Il montre donc la **fonction glycogénique du foie** qui produit du glucose grâce à un ferment (enzyme).

Il montre que le glycogène est une substance stockée par le foie qui permet la production de sucre par hydrolyse chimique même après la mort de l'animal

Il montre aussi que le glycogène est une molécule qui ressemble à l'amidon (en observant au microscope !)

- **UNE CONCLUSION :**

Ces conclusions remettent en cause l'idée régnante (que les animaux tirent le sucre de leur alimentation).

Elles montrent que la nutrition met en jeu la constitution d'autres molécules qui elles-mêmes permettent la sécrétion de glucose dans le sang et dans ce que Claude Bernard appelle le milieu intérieur.

Il utilise un terme intéressant à propos du glucose et de son rôle dans l'organisme en soulignant qu'il existe une économie du glucose: le glucose est une monnaie énergétique commune aux organismes animaux.

Claude Bernard montre que le foie peut établir un équilibre intérieur en ce qui concerne la présence de sucre et qu'il met l'organisme à l'abri des variations extérieures et en particulier des variations de son alimentation. (Lorsque l'animal ne reçoit pas de sucre dans son alimentation, le foie est capable de produire du sucre, et lorsqu'il en reçoit il est capable d'emmagasiner du sucre en formant du glycogène).

C'est un aspect important de ce qu'a fait CB qui ouvre sur des questions importantes en biologie : **question de la régulation des constantes de l'organisme suivant les contraintes du milieu extérieur**, question de l'**homéostasie**. Grâce à son expérience, Claude Bernard pose les premiers jalons de ce concept.

## **F) LES CONSEQUENCES :**

- **UNE NOUVELLE METHODE (LA METHODE EXPERIMENTALE - RAISONNEMENT HYPOTHETICO-DEDUCTIF) :**

Claude Bernard apporte une nouvelle méthode, c'est un tournant méthodologique dans la médecine au XIXe : c'est la **méthode expérimentale** qui se construit autour d'un **raisonnement hypothético-déductif**.

- **UNE NOUVELLE DISCIPLINE AU SEIN DE LA MEDECINE :**

Claude Bernard propose une **nouvelle approche scientifique des questions du vivant et de la maladie**, donc une nouvelle discipline au sein de la médecine : c'est la *discipline qui étudie les lois du fonctionnement de l'organisme* : la **physiologie**

- **LA MEDECINE CHANGE SES PRATIQUES ET SES INSTITUTIONS :**

Avec l'**avènement de l'expérimentation**, l'expérimentation et en particulier la vivisection deviennent un modèle pour la production de connaissances à propos du vivant et de la maladie : le **laboratoire devient le lieu de production de ces connaissances**. L'établissement et la mesure des lois et des constantes physico-chimiques de l'organisme deviennent le nouvel objet de la recherche médicale.

C'est ce triple tournant (méthodologique, disciplinaire et institutionnel) qu'on va voir dans les 3 parties suivantes.

## VI. LA DEFINITION DE LA MEDECINE EXPERIMENTALE : L'épistémologie de Claude Bernard :

### D) LA PRODUCTION D'UN DISCOURS EPISTEMOLOGIQUE :

#### • INTRODUCTION A L'ETUDE DE LA MEDECINE EXPERIMENTALE :

Dans ce livre, Claude Bernard va sur 400 pages revisiter l'ensemble de sa carrière en montrant comment elle procède d'une démarche logique et d'une démarche qui a une théorie au dessus d'elle.

Ce qu'il faut comprendre de ce discours épistémologique sur sa propre carrière c'est que c'est un discours qui est une reconstruction a posteriori, ce n'est pas une description historique mais une description avec un aspect idéalisé car elle ne s'adresse ni à des historiens ni à des scientifiques.

C'est un livre qui s'adresse tout d'abord aux étudiants, il a donc un but didactique. Il a aussi un but philosophique puisqu'il s'adresse aux philosophes et au « public éclairé » (amateur de science et de philosophie), il a été lu par Nietzsche et a marqué la philosophie au-delà des personnes qui s'intéressent à la médecine.

#### • AUGUSTE COMTE ET LE « POSITIVISME » :

Il faut retenir l'influence du positivisme dans l'écriture de ce livre.

**Positivisme** : doctrine philosophique qui vise à montrer *l'avènement de l'esprit humain de la religion à la science, qui place au sommet de l'évolution historique l'avènement de l'esprit scientifique*. C'est la philosophie d'A. Comte contemporain de Claude Bernard.

Claude Bernard au moment où il écrit son livre, lit et annote A. Comte mais n'adhère pas strictement à sa philosophie (elle est très ambitieuse par beaucoup d'aspects).

L'idée qu'il retient du positivisme est que **le vivant est soumis à des lois déterministes** (la religion n'y a donc rien à faire) qui expliquent que *les phénomènes normaux et pathologiques du vivant soient réguliers et reproductibles, que la connaissance rationnelle et l'expérimentation puissent y accéder*.

C'est donc une réflexion positiviste qui marque la vision que Claude Bernard a de la science et de la médecine.

### E) LA METHODE EXPERIMENTALE SELON CLAUDE BERNARD :

Différents points selon Claude Bernard caractérisent la méthode expérimentale.

#### • HYPOTHETICO-DEDUCTIVE :

Elle peut se décomposer en une succession d'étapes dans le raisonnement :

- Observation des phénomènes
- Formulation d'une hypothèse
- Expérimentation qui consiste à modifier des phénomènes, à les faire varier, à intervenir sur le vivant
- Observation des résultats
- Infirmité ou confirmation de l'hypothèse qui si les résultats la contredisent est abandonnée.

C'est une description idéaliste mais c'est celle qui est donnée par Claude Bernard (exemple de l'abandon de l'idée de destruction du glucose par le foie).

#### • ACTIVE :

Les phénomènes du vivant ne se donnent pas d'eux-mêmes à l'expérimentateur. Celui-ci doit les chercher et agir sur eux, il doit obliger les phénomènes à lui répondre, à confirmer ou infirmer ses hypothèses : « le scientifique est un inventeur de phénomènes »

La recherche en médecine expérimentale va souvent être amenée à créer une maladie pour connaître la santé et **c'est par le fonctionnement altéré de l'organisme que l'on peut connaître le fonctionnement normal de l'organisme**.

C'est donc une méthode expérimentale active jusqu'à produire des maladies.

Exemples :

- Travaux sur le curare poison qui paralyse les synapses neuromusculaires. Claude Bernard en travaillant sur la paralysie va travailler aussi sur la stimulation nerveuse et le rôle du système nerveux dans la motricité. C'est donc par la paralysie qu'on connaît le système nerveux.
- Travaux sur l'asphyxie par le CO, c'est par ces études que Claude Bernard a montré le rôle de l'oxygénation du sang, le CO empêche l'oxygénation du sang : par le fonctionnement pathologique on comprend le fonctionnement normal.

- DIFFERENTE DE L'EMPIRISME :

Le fait que la médecine expérimentale soit active et hypothético-déductive marque la **différence avec l'empirisme** :

**Empirisme** : approche philosophique de la science pour qui *la production de connaissances doit se baser uniquement sur l'observation des faits*. Théorie développée au XIXe qui était déjà un progrès par rapport aux théories qui disent que l'on produit ses connaissances à partir de la religion etc.  
*On apprend donc par l'expérience des sens.*

CB se distingue de l'empirisme :

Il **introduit des hypothèses** alors que pour l'empiriste les faits viennent à l'observateur d'eux même.

- Pour Claude Bernard, il y a bien une observation et un constat des résultats
- Mais entre ces deux étapes il y a l'hypothèse qui est très importante : il n'existe pas de science sans hypothèse.
- L'observation pour Claude Bernard doit être active : l'observateur crée les phénomènes, alors que pour l'empiriste les faits viennent d'eux même et s'inscrivent sur l'observateur comme sur une page blanche.

- DETERMINISTE :

**Déterministe** : c'est le principe selon lequel *les mêmes causes produisent les mêmes effets*.

Pour lui le **déterminisme est absolu et universel** : il s'applique aussi bien aux choses inertes qu'aux être vivants : là-dessus il **étend les principes de la physique et la chimie au vivant**.

C'est parce qu'il considère que le vivant est soumis aux lois physiques qu'il peut faire des expériences dessus : il a expérimenté sur la gravité avec des dispositifs artificiels.

C'est parce que la méthode expérimentale est déterministe qu'elle est possible.

- ANALYTIQUE :

**L'approche analytique** : approche qui consiste à *décomposer des phénomènes complexes en phénomènes plus simples*. Et on *étudie les mécanismes simples de façon isolée pour trouver les lois de leur fonctionnement propre*.

La physiologie en général est analytique puisqu'elle s'attache à étudier un à un les organes.

Il y a dans l'approche analytique un démontage idéalisé de l'organisme du complexe vers le simple.

Cette démarche analytique se complète par une **synthèse** : c'est la démarche complémentaire de l'élévation du simple vers le complexe : *intégration des mécanismes simples au fonctionnement du reste de l'organisme*.

Il faut donc organiser les mécanismes en eux-mêmes mais aussi envisager leur indépendance.

## F) L'ETHIQUE BERNARDIENNE DE L'EXPERIMENTATION, SES CRITIQUES :

Questions qui tiennent plus des débats moraux sur l'expérimentation.

CB utilise largement l'expérimentation animale puisqu'il met lui-même en scène la mort qu'il donne aux animaux.

- L'INTERET DE LA VIVISECTION :

**Vivisection** : *expérimenter sur le vif*.

Il croit fermement à l'intérêt de l'expérimentation sur le vivant, c'est la clé de voûte de l'expérimentation en physiologie.

Il pense clairement que la vivisection est supérieure à la dissection pratiquée par les anatomocliniciens.

C'est la **primauté du vivant sur la mort**. Par là Claude Bernard pense que le recours aux animaux est indispensable pour comprendre le vivant « on ne connaît la vie non pas en observant les morts mais en donnant la mort » [TEXTE 1]

Par ailleurs, la vivisection est incontournable puisqu'elle **permet des enseignements** et permet une **visualisation des phénomènes** que Claude Bernard décrit.

La vivisection doit porter sur des animaux qui sont le plus proche possible de l'homme : essentiellement sur des chiens (grand animal de la physiologie du XIX<sup>e</sup> s), il utilise beaucoup le lapin.

Les pratiques anesthésiques existaient à l'époque de CB mais pour lui, l'anesthésie doit servir uniquement à calmer l'animal pour faciliter l'expérience mais non pas à lui apaiser ses souffrances. Il ne tenait pas vraiment compte des souffrances animales.

Il ne tenait pas non plus compte des critiques qu'on lui adressait.

Ce genre d'expériences ne vont pas d'elles-mêmes au XIX<sup>e</sup> siècle, mais Claude Bernard affirme que le scientifique doit être sourd aux cris du peuple et sourd aux bruits de la société, **il ne doit accepter la critique que quand elle porte sur le contenu scientifique de ses travaux et quand elle émane de ses pairs.**

Le scientifique n'a à répondre que devant ses pairs et devant Dieu (puisque Claude Bernard fait souvent référence à la morale chrétienne), il affirme le droit total et absolu de disséquer les animaux.

La force de ses affirmations suggère qu'il existe des critiques de force égale de la vivisection dans la société du XIX<sup>e</sup> siècle :

- LA MOBILISATION CONTRE L'EXPERIMENTATION ANIMALE AU XIXE SIECLE :

Beaucoup en Angleterre : loi très stricte votée en 1816 : animal cruelty bill.

En France : la SPA est créée en 1846, c'est-à-dire précisément au moment où Claude Bernard commence ses expériences au collège de France.

Les critiques seront de plus en plus vives au cours du XIX<sup>e</sup> siècle.

- LES CONDITIONS D'UNE EXPERIMENTATION LEGITIME SUR L'HOMME :

Ces questions d'éthique de l'expérimentation étaient importantes aux yeux de Claude Bernard, il y réfléchissait et se justifiait, notamment pour l'expérimentation animale en la comparant à l'expérimentation sur l'homme : pour lui, l'expérimentation sur l'homme doit être en général utilisée le moins possible et la seule condition acceptable est quand le sujet propre de l'expérience peut en tirer un bénéfice. **S'il n'y a pas de bénéfices sur le sujet de l'expérience alors l'expérience est illégitime.**

**L'expérience sur l'animal est donc autant légitime que celle sur l'homme est illégitime.**

## **VII. LA PHYSIOLOGIE DE CLAUDE BERNARD : La notion de milieu intérieur et la redéfinition du vivant :**

### **➤ QU'EST CE QUE LE MILIEU INTERIEUR ?**

C'est quelque chose qui lui est apparu pendant ses travaux sur le glucose.

**Milieu intérieur** : milieu aqueux dans lequel baignent les cellules des différents tissus de l'organisme, c'est le milieu interstitiel et intercellulaire.

Les caractéristiques physico-chimiques de ce milieu intérieur sont maintenues constantes : pH, glycémie, potentiel redox, température corporelle dans le cas des animaux homéothermes, c'est l'**homéostasie**.

Le milieu intérieur redéfinit les être vivants de trois manières :

- Il donne une **unité aux organismes vivants** en montrant que **la vie est toujours liée au milieu liquide**, qu'il s'agisse des protozoaires du plancton marin (êtres unicellulaires du milieu aquatique) ou des animaux aériens affranchis apparemment du milieu aquatique.
- Le vivant se définit précisément par le fait qu'il n'est pas uniquement soumis comme les choses inertes aux lois du milieu extérieur, mais qu'il se définit comme une **interface entre milieu intérieur et milieu extérieur**. Il montre que le milieu intérieur s'ajuste aux contraintes du milieu extérieur (variations de la température, de l'alimentation..), ces ajustements permettent aux être vivants organisés de s'affranchir du milieu extérieur. **Le milieu intérieur permet une indépendance relative des organismes vis-à-vis du milieu extérieur.**
- Le milieu intérieur permet de montrer qu'un organisme vivant est une **totalité indivisible**. C'est-à-dire qu'on ne peut en enlever une partie sans mettre à mal le tout (ex : un animal sans foie ne survit pas), chaque partie est la condition de la survie du tout. Le fonctionnement global de l'organisme dépend du fonctionnement de chacune des parties : par ex, l'approvisionnement en sucre dépend de l'action régulatrice du foie. Et d'autre part le fonctionnement de chacune des parties dépend du bon fonctionnement du tout.

Cette notion de milieu intérieur montre que l'organisme est une entité indivisible et qu'il a une **finalité interne** : tous les phénomènes organiques concourent à un même but : le maintien dans un bon fonctionnement du tout.

⇒ C'est à partir de cette définition du milieu intérieur que Claude Bernard définit une *science qui s'intéresse tout particulièrement au milieu intérieur* : la **physiologie**.

### ➤ QU'EST CE QUE LA PHYSIOLOGIE ?

Physis : nature.

Logos : étude.

C'est donc l'étude de la nature.

Le sens donné à la **physiologie** est plus restrictif : *science du fonctionnement de l'organisme vivant à différentes échelles* (c'est pour cela qu'on parle de physiologie cellulaire).

La physiologie est donc une *sous discipline de la biologie*.

Aux trois caractéristiques du milieu intérieur correspondent trois caractéristiques qui définissent la physiologie :

- La physiologie ne s'intéresse pas seulement aux humains mais aussi aux animaux
- Le fait que le milieu intérieur maintienne constantes ses caractéristiques physico-chimiques implique que la physio s'intéresse à la mesure et à l'étude de ces caractéristiques et de leurs variations
- Puisque le milieu intérieur pose l'organisme vivant comme une totalité indivisible, la physiologie va s'intéresser justement à lui comme un tout. Elle va étudier l'intégration des différents organes et des différentes fonctions au tout, relation d'interdépendance entre organes et fonctions.

### D) LE DEPASSEMENT DE L'ALTERNATIVE ENTRE VITALISME ET MATERIALISME :

Claude Bernard « défend la physiologie contre ses adversaires » et la définit comme une science spécifique irréductible à la physique et à la chimie.

Il faut revenir sur le débat qui travaille la médecine du XIXe – le débat entre vitalisme et mécanisme – que la physiologie va permettre de dépasser et même résoudre d'une certaine manière.

**Mécanisme** : Vision du vivant héritée de Descartes qui voit l'*organisme comme une machine* faite de rouages, d'engrenages dont chacune des pièces peuvent s'étudier une à une.

Les sciences de la vie se réduisent donc à la physique et à la chimie, en décrivant par la physique et la chimie tout ce qui se passe à l'échelle microscopique de ses pièces, on peut comprendre l'organisme

⇒ Idée que les sciences de la vie sont réductibles à la physique et à la chimie. C'est le **réductionnisme**.

**Vitalisme** : conception défendue par Xavier Bichat selon laquelle il existe des *phénomènes propres au vivant*, des principes vitaux qui rendent compte de *l'harmonie de l'organisme et de sa résistance à la mort*.

Ce principe vital s'oppose à la physique et à la chimie qui devrait faire tendre l'organisme vers la mort.

Opposition très forte entre la science du vivant vitaliste et la physique-chimie puisque le vivant est tout autre.

#### • REFUS DU VITALISME ET AFFIRMATION DU DETERMINISME PHYSICO-CHIMIQUE :

CB affirme le **déterminisme** : pour lui tout composant de l'organisme vivant est soumis aux lois physico-chimiques : Claude Bernard affirme le déterminisme physico-chimique et par là rejette le vitalisme.

Pour lui, croire qu'il y a un principe vital qui empêche les organismes vivant de mourir tient du domaine de la métaphysique, du surnaturel.

#### • SPECIFICITE DU VIVANT ET REFUS DU REDUCTIONNISME PHYSICO-CHIMIQUE :

CB reprend souvent le terme « mécanisme de la machine vivante ». La méthode expérimentale peut décomposer cette machine en différentes pièces qu'elle peut analyser comme un ingénieur analyse les composantes de sa machine.

Cependant il refuse l'aspect réductionniste du mécanisme. Le vivant pour Claude Bernard n'est pas la simple somme de pièces, il se caractérise par sa **totalité indivisible, par sa vitalité interne, chaque partie est nécessaire au fonctionnement du tout**.

A partir de là, CB défend la **spécificité du vivant** : le vivant a quelque chose de spécifique qui fait que bien qu'il soit soumis aux lois physiques et chimiques universelles, il a des caractéristiques qui lui sont propres. Pour lui, décrire microscopiquement un organisme ne permet pas de comprendre ce qui fait de lui un organisme vivant.

Ce qui permet à Claude Bernard de comprendre cette spécificité du vivant est l'**émergence d'une totalité qui dépasse la somme des parties** : c'est là que la notion de milieu intérieur (qui émerge de la collaboration de toutes les fonctions de l'organisme) devient importante puisque c'est le **milieu intérieur** commun à toutes les parties de l'organisme qui permet l'**indépendance du milieu intérieur par rapport au milieu extérieur** (ce que les vitalistes croyaient être une résistance aux lois physico-chimiques)

⇒ CB concilie vitalisme et mécanisme.

La physiologie ne se réduit pas à la physique-chimie, la médecine non plus, elle est spécifique. La physique et la chimie sont même des auxiliaires pour la médecine, la biologie et la physiologie.

Le savoir du physiologiste ne se réduit pas à ses connaissances physico-chimiques.

## E) L'UNITE DU PHYSIOLOGIQUE ET DU PATHOLOGIQUE :

### • HOMOGENEITE DU PHYSIOLOGIQUE ET DU PATHOLOGIQUE :

Nouveauté par rapport à l'anatomo-clinique : les phénomènes normaux et les phénomènes anormaux (pathologiques) sont soumis aux mêmes lois : il n'y a **pas de différences entre le normal et le pathologique**.

Puisqu'il y a les mêmes lois, il ya les mêmes sciences pour les étudier : la **physiologie étudie donc aussi la pathologie** : l'étude des maladies, la description des symptômes etc. sont intégrées dans la physiologie.

### • LA MALADIE COMME ECART A LA NORME : DIABETE :

CB ne s'intéresse pas uniquement au rôle normal du glucose et du foie, il s'intéresse aussi à la maladie du diabète.

C'est une maladie connue depuis l'antiquité qui vient du mot grec <diabetes> : siphon.

Les malades du diabète ont une polyurie (ils urinent fréquemment et en grande quantité) et une sensation de soif permanente (polydipsie) : l'organisme se soumet à un flux d'eau permanent : on sait aujourd'hui que ce flux d'eau sert à réguler par l'excrétion rénale le taux de sucre excessif.

Cette variante du diabète est appelée diabète sucré : quand le médecin goûtait les urines du diabétique, il leur trouvait un caractère anormalement sucré.

Théorie régnante : Le diabète est causée par un désordre intérieur, une force morbide, le sucre est un produit anormal : sa présence dans l'urine marque l'anormalité, un changement complet du normal au pathologique (frontière nette).

Avec ses études du foie Claude Bernard montre que le sucre, qu'on croyait être un signe pathologique, est en fait un élément normal dans le métabolisme qui est présent dans le sang à l'état normal et qui est même maintenu constant.

Il (et d'autres avec lui) montre simplement que les diabétiques ont une plus grande quantité de sucre dans le sang : la production du glucose par le foie est troublée.

Le diabète n'est pas un saut de qualité de l'état de santé vers l'état de maladie mais c'est une **variation quantitative**, un dysfonctionnement quantitatif d'une fonction associée au milieu extérieur : le pathologique est homogène au normal.

⇒ Il y a donc une simple différence de degré entre la santé et la pathologie, pas une différence de nature.

⇒ Il s'oppose ici à l'anatomo-clinique et au vitalisme pour qui la maladie était due aux forces contre le vivant.

### • LE NORMAL CONNU PAR LA PATHOLOGIE :

**Cette approche de la maladie comme dysfonctionnement fait entrer la médecine et la thérapeutique dans le domaine de la physiologie.** C'est en connaissant les voies de l'organisme normal qu'on va pouvoir soigner l'organisme malade.

Le rêve du physiologiste est de **ramener les dysfonctionnements quantitatifs à la normal** : c'est une **conception positiviste et scientiste** de la médecine qui naît à ce moment là avec la physiologie de Claude Bernard.

La thérapeutique naît de l'application de la science et de la déduction d'une approche scientifique de la maladie.

Le bon médecin est considéré comme nécessairement un bon scientifique et un bon biologiste : héritage du XIXe siècle et du positivisme.

Puisqu'il y a homogénéité du normal et du pathologique, le pathologique peut aussi être utilisé par l'expérimentateur pour comprendre la normal.

## F) LA SUPERIORITE DE LA PHYSIOLOGIE EXPERIMENTALE SUR L'ANATOMO-PATHOLOGIE :

Claude Bernard défend la physiologie non seulement contre la physique et la chimie mais aussi contre l'anatomo-pathologique qui domine la médecine du XIXe siècle.

Les grandes différences qu'il fait entre ces deux concepts sont :

- **Refus du vitalisme** qui domine l'anatomo-pathologie.

- Définition d'une **méthode rigoureuse d'expérimentation** : elle ne s'apprend pas sur le tas mais se théorise dans des livres : il s'oppose à ce que font les anatomocliniciens.
- La physiologie se compare à l'anatomo-pathologie en insistant sur **l'importance de la fonction sur la structure**.  
Ex : examen d'une coupe histologique du foie ne permet pas de comprendre le rôle fonctionnel du foie, notamment dans la production de sucre.  
Il n'y a pas de lien immédiat entre la structure et la fonction d'un organe ou d'une cellule par la simple observation d'une coupe tissulaire. Il faut concevoir des dispositifs expérimentaux pour étudier ces fonctions. Pour CB l'étude des structures (l'anatomie, l'histologie) devient une discipline simplement descriptive, elles deviennent de simples auxiliaires de la physiologie.

Redéfinition des autres disciplines médicales comme auxiliaires de la physiologie dans le but de la placer au sommet de l'enseignement de la médecine. [TEXTE 8 : il se compare à l'anatomo-pathologie.]

## VIII. **LE TOURNANT EXPERIMENTAL :**

Comment l'expérimentation transforme la médecine au-delà du simple cas de CB et au-delà même du cas français ? Elle est plus générale et concerne d'autres disciplines.

### D) DU LIT D'HOPITAL AU LABORATOIRE :

Un **changement du lieu de production des connaissances médicales** qui se déplace des salles d'hôpital (du lit du malade) et des salles d'anatomie vers le laboratoire.

**Laboratoire** est un terme largement utilisé depuis le XVIIe siècle qui a plusieurs sens : c'est le *lieu où l'on modifie les phénomènes naturels ou où l'on crée artificiellement des phénomènes en vue de leur étude scientifique*.

C'est un mouvement général : la science médicale ne va pas seulement s'élaborer au chevet du malade mais au laboratoire [TEXTE 8]

Pour Claude Bernard, l'hôpital est seulement « le vestibule de la médecine », la porte d'entrée alors que le laboratoire est le sanctuaire, le lieu sacré où le savoir vient au scientifique.

**La pratique clinique qui est l'origine historique de la médecine (depuis l'antiquité) n'est plus le fondement de la médecine. Le fondement rationnel de la médecine devient l'expérimentation et la physiologie.**

Néanmoins, CB concède (et c'est une évidence si on observe l'histoire des hôpitaux au XIXe siècle)

- La clinique s'articule à la physiologie expérimentale en lui donnant de la matière première : les cas cliniques, dont la bonne description pose des questions à l'expérimentateur.
- Les connaissances anatomiques dont Claude Bernard a tendance à minorer l'importance sont importantes même pour l'expérimentation : on a besoin d'anatomistes pour que Claude Bernard puisse disséquer un chien rapidement et accéder à son foie : il y a un lien direct entre **clinique, anatomie et médecine expérimentale**.

Le médecin doit faire des allers-retours entre l'hôpital et le laboratoire.

En conséquence de cette affirmation, au XIXe siècle, du rôle du laboratoire dans la production des connaissances médicales, on observe un **tournant majeur dans l'organisation des structures médicales**.

Ce tournant commence essentiellement en Allemagne au milieu du XIXe siècle, où sont construits de grands laboratoires indépendants des bâtiments hospitaliers mais associés aux universités médicales.

Ces laboratoires voient émerger un **nouveau modèle pour le médecin** : c'est la figure du médecin universitaire qui est à la fois praticien hospitalier et universitaire enseignant. Un médecin universitaire a deux caractéristiques :

- Il rend compte essentiellement à ses pairs : « **scientifisation** » qui se montre aussi par l'organisation de sociétés de pairs où sont débattus les apports scientifiques de la médecine.
- Ce médecin universitaire va utiliser les étudiants comme des personnels de laboratoire.

**Les étudiants qui jouent déjà un rôle important dans la clinique vont commencer à jouer un rôle important dans la recherche.** Ces laboratoires diversifiés nécessitent un personnel nombreux et compétent scientifiquement.

On observe donc une nouvelle hiérarchie et une nouvelle organisation de production de connaissances. On peut même parler d'une **organisation quasi-industrielle du travail de recherche médicale**, organisation hiérarchisée avec des tâches décomposées en tâches relativement simples.

(C'est un vrai changement par rapport à l'anatomo-clinique où on a des cliniciens isolés qui rencontrent des malades face à face.)

## E) DU REGARD A LA MESURE : NOUVEAUX OBJETS NOUVELLES

Avec l'expérimentation et surtout avec l'approche physiologique qui insiste sur l'**importance de la connaissance des lois physiologiques (constantes)**, l'important est maintenant de mesurer quantitativement les constantes du corps humain (surtout celles du milieu intérieur) et surtout leurs **variations qui indiquent la pathologie**.

On est donc dans la pratique médicale qui change et se tourne vers la mesure des lois physiologiques telles qu'elles se manifestent chez les différents patients.

## F) TECHNIQUES DE LA MEDECINE :

Qui dit mesure dit appareil de mesure et c'est ce qui commence à être mis en place au XIXe siècle : ils ne permettent plus de corréler un signe clinique avec une lésion comme en anatomoclinique (ex : usage du stéthoscope) mais de **mesurer l'écart à la norme d'une grandeur**.

- SPHYGMOGRAPHE :

Une des grandeurs qui va commencer à être mesurée au XIXe siècle est le **pouls**, pas seulement la fréquence cardiaque mais plus précisément la représentation graphique du pouls : les **différentes phases des pulsations** vont commencer à être décrites. L'appareil qui permet de faire ses mesures est le sphygmographe.

Sphygmographe : (adaptation du chymographe) mis au point par un élève de Claude Bernard ;

- Adaptation de la physiologie scientifique à la physiologie pratique qui montre qu'une variable du corps humain peut se mesurer et se décrire précisément.
- Et en plus se décrire d'une façon non invasive : la prise des variations de pression se faire par une vis posée sur la veine mais elle n'implique pas d'ouvrir ses veines comme les premiers appareils le faisait chez les animaux.

⇒ Il y a une méthode non invasive de mesure et de quantification d'une grandeur physiologique.

Beaucoup d'autres variables vont être décrites de cette manière : arrivée de la prise de température quotidienne avec le thermomètre ; et surtout la description de comment certaines pathologies induisent des variations de température (ex : identification des différentes formes de malaria selon la périodicité des accès de température).

[CB étudie beaucoup la biochimie (mettre en évidence des composés chimiques dans le sang, des variations de taux etc.), c'est aussi des apports de la physiologie du XIXe qui sont aujourd'hui encore des outils majeurs de diagnostic.]

- SPIROMETRE :

**Spiromètre de Hutchinson** : c'est un appareil mis au point par un contemporain de la physiologie expérimentale, il aura peut être moins d'importance ensuite mais a été reçu comme une vraie innovation.

Ce spiromètre permet de *mesurer le volume d'air expiré* : le patient souffle dans le tuyau et sa capacité pulmonaire peut être mesurée quantitativement. Hutchinson annonce que c'est une manière beaucoup plus efficace que l'auscultation avec un stéthoscope ou que les percussions thoraciques pour *dépister la phthisie* (tuberculose).

Sa *méthode quantitative* est une manière plus précise de détecter la phthisie (dans les faits, le stéthoscope reste la principale méthode) mais au XIXe siècle les espoirs placés sont immenses et souvent déçus.

**Importance de la quantification va rationaliser la pratique médicale.**

On passe d'une méthode sensorielle où on avait un malade et un expert formé longuement à la clinique qui avec ses sens écoutait la respiration et décidait s'il y avait un signe pathologique, un signe clinique, à une méthode où il y a entre le médecin et le malade un appareil qui quantifie et qui mesure.

On n'a plus besoin dans le diagnostic clinique d'un expert et de ses sensations, un technicien peut même conclure en théorie grâce à ce type d'appareils.

Objectivité : valeur philosophique qui entre dans le domaine de la médecine à ce moment là.

Avec CB et l'influence du **positivisme** sur la médecine, l'**objectivité scientifique** devient une valeur pour les médecins. Elle ne l'était pas au moment de la clinique où ce qui comptait était la qualité de la relation patient/médecin.

**Ce n'est plus la qualité mais l'objectivité de cette relation médecin/malade qui relève d'objets qui mesurent et quantifient.**

- MANOMETRE GONFLABLE :

La prise de la pression artérielle grâce à des manomètres commence à se systématiser.

A la fin du XIXe aux USA, la prise de la pression artérielle devient systématique pour les patients qui entrent à l'hôpital. Elle se fait grâce à un système de manomètre gonflable qui équilibre la pression sanguine par une pression exercée par un coussin sur le bras.

### G) UN TOURNANT INTERNATIONAL : LA MEDECINE EXPERIMENTALE AU-DELA DU CAS FRANÇAIS :

C'est un **tournant international** : il ne faut pas surestimer l'importance de la France : Claude Bernard même s'il a eu une carrière brillante a eu un **impact limité** sur la façon dont on pratique la médecine à Paris et ailleurs.

La pensée scientifique de Claude Bernard a eu un impact limité sur la thérapeutique pratique et sur l'organisation de la médecine. Il a eu relativement **peu d'élèves** (comparé aux cliniciens) qui ont eu eux aussi une pratique scientifique mais qui ont influencé la pratique clinique : la pratique clinique de Claude Bernard est restée relativement faible.

L'approche clinique est restée l'approche dominante dans la médecine française du XIXe siècle qui a été lente à intégrer les apports de l'expérimentation et des mesures : **résistance professionnelle contre la physiologie** : elle n'a pas conquis la France par la simple force de ses expériences.

S'il y a eu ce relatif retard à l'intégration des méthodes expérimentales dans la médecine c'est largement parce que la **clinique était pour les hôpitaux français un grand succès sur le plan international**.

Au tournant du XIXe siècle, Paris est la capitale scientifique du monde sur le plan médical, mathématique ou physique. Il y a au début du XIXe, au moment où l'anatomoclinique se met en place, un statut très attractif de Paris (notamment à cause de la révolution mais pas seulement) qui fait que des centaines d'étudiants anglais, allemands, américains viennent dans les hôpitaux parisiens suivre les enseignements des grands cliniciens.

Il y a donc une attractivité de Paris au début du XIXe qui va perdre beaucoup de son éclat au cours du siècle. Le centre de gravité de l'innovation scientifique en médecine se déplace de Paris vers l'Allemagne à partir de 1850, les étudiants en médecine anglais ou américains ne viennent plus à Paris mais dans les grandes universités allemandes : déplacement géographique de l'endroit où il est intéressant d'étudier dans le monde.

Cet essor international ne concerne pas seulement la physiologie, et encore moins la physiologie de la nutrition, d'autres disciplines des sciences du vivant ont bénéficié du **tournant expérimental**:

- Toute la **physiologie du système nerveux** pendant la deuxième moitié du 19e siècle (Pavlov en Russie). La physiologie se développe aussi hors de France.
- La **pathologie cellulaire** (différente de la pathologie tissulaire), qui n'intéresse pas Claude Bernard puisqu'elle est descriptive, se développe en Allemagne grâce au développement du microscope, produit en série en **Allemagne** au XIXe (notamment dans les établissements Zeiss). En Allemagne, la médecine passe du stéthoscope au **microscope**.
- On peut mentionner la **pharmacologie** : *étude des effets de composés chimiques extérieurs sur l'organisme* qui connaît un grand développement pendant le XIXe à travers l'étude de poisons et substances végétales : essor de la morphine qui commence à être utilisée de façon expérimentale pour comprendre le fonctionnement du système nerveux.

Le fait qu'il se place dans un espace international compte pour Claude Bernard, et notamment pour comparer sa situation avec celle de ses collègues allemands : son travail est un **plaidoyer pour un transfert à la France de l'approche allemande et expérimentale de la médecine**.

Son travail avec toutes ses prétentions philosophiques et scientifiques a aussi une **prétention politique** : il veut changer le paysage institutionnel de la médecine en France. Par exemple, son livre est complété par d'autres travaux qui sont des rapports politiques où il demande que d'autres laboratoires soient construits sur le modèle allemand. Il loge lui-même en face de son laboratoire au collège de France pour, il dit, imiter ses collègues allemands à qui l'université donne des logements juste au dessus de leur laboratoire. Là aussi la **comparaison franco-allemande** compte pour Claude Bernard. Il y a donc aussi une vocation politique dans un milieu où CB est minoritaire par rapport à la clinique.

CB a agi dans un milieu qui contrarie les affirmations qu'il fait. Elles ne se sont pas inscrites immédiatement dans la réalité de l'organisation des hôpitaux.

**CONCLUSION :** Un mythe « Claude Bernard » ? La ré-écriture du passé en histoire de la médecine.

Le tournant expérimental ne tient pas simplement à la France : en quelle mesure peut-on parler d'un mythe Claude Bernard ? Peut-on réduire le changement de la médecine au XIXe à la biographie d'un seul scientifique ?

**Le cas de Claude Bernard doit aussi faire réfléchir sur la manière dont on écrit l'histoire de la médecine et dont on a tendance parfois à exagérer l'histoire d'un savant, à réduire l'histoire de la médecine à l'histoire de ses grands hommes.**

Pourquoi Claude Bernard a pris cette importance en France ?

- Facteur nationaliste. Claude Bernard meurt en 1878, 7 ans après 1871, date de la défaite de la France contre la Prusse et le début de la III<sup>e</sup> république.  
Claude Bernard est donc **un des premiers héros scientifique** de la III<sup>e</sup> république.
- Or c'est cette république qui nous a donné notre système d'enseignement, les grands principes républicains, c'est le système politique qui a développé l'enseignement scolaire obligatoire, qui a créé les manuels d'école.  
Claude Bernard est donc le **premier savant à entrer dans les manuels d'école comme savant républicain**.
- Utilisation très rapide de Claude Bernard puisqu'il a reçu des **funérailles nationales** votées à l'unanimité par le sénat.

La mort de Claude Bernard arrive à un moment où les tensions entre la France et l'Allemagne étaient très fortes et où la France se relevait d'une défaite humiliante : il a été utilisé comme un héros, un **emblème de la grandeur de la France**, c'est un premier héros de l'école communale.

Si ce cours avait lieu aujourd'hui à Berlin, on ne parlerait pas de Claude Bernard, mais d'un spécialiste de pathologie cellulaire : Rudolph Virchow qui a reçu quasiment au même moment que Claude Bernard le même type d'hommage national.

Le poids de Claude Bernard dans la médecine française est aussi visible par les rues et les hôpitaux à son nom (par la III<sup>e</sup> république).

*Ce cours ainsi que l'ensemble des documents indispensables à la P1 sont disponibles gratuitement à l'adresse suivante : <http://www.coursp1bichat-lariboisiere.weebly.com>*