

La Science

Dans *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* (Partie I, Ch. 2), Claude Bernard affirme que même lorsqu'on part de l'expérience on compare les observations pour en faire des **jugements**. On contrôle ses observations par la mise en place d'instruments de mesure permettant de **varier nos observations** : on est le maître du jeu. Pour produire des raisonnements scientifiques, on crée l'expérience pour la reproduire et tirer des conclusions en la contrôlant.

Mais la prédictibilité n'est pas toujours valable : on peut avoir un **modèle scientifique faux mais avec une conclusion exacte**. Grâce à une théorie, on a pu tirer une conclusion et il y avait une relation nécessaire entre ces 2 idées. L'observation répétée des choses nous permet juste d'**avoir un sentiment d'un lien causal**.

⇒ L'expérimentation est une démonstration.

L'expérience s'oppose à la raison : on a le sentiment d'un lien mais on ne peut pas l'expliquer. Donc la science est impossible puisque le lien est inféré par l'expérience.

Ex : On sent qu'il y a un lien nécessaire entre le feu et la chaleur mais on ne peut pas démontrer par la seule observation.

Selon Claude Bernard, l'expérimentation peut démontrer ce lien nécessaire. La variation de variables modifie les **conditions de l'observation**, on peut comparer les observations et en tirer des conclusions solides : on peut ainsi comprendre. On pourrait critiquer sa conception de l'expérimentation. L'expérience aurait un **pouvoir positif** (peut établir des vérités).

Cela rappelle la théorie de **l'expérience cruciale** de Francis Bacon (XVI^e – XVII^e) : selon Bacon, l'expérience a un **pouvoir de décision** entre 2 théories et ainsi décider laquelle est vraie et laquelle est fausse => **méthode inductive**.

Exemples :

- **Les marées**

2 théories concurrentes intuitivement sur la montée/descente des marées :

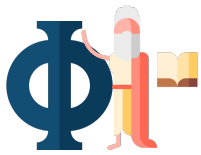
- ♦ Th. A : la mer se soulève (il y a flux et flux en même temps)
- ♦ Th. B : d'un côté il y a flux et de l'autre il y a reflux

Ces 2 hypothèses sont **contradictoires** et ne peuvent donc pas coexister.

Il faut trancher en faisant des constats empiriques ou en mesurant avec des instruments précis. C'est la théorie A qui a été validée, elle n'est pas du tout intuitive.

Ce que dit Bacon est que cette expérience a un **pouvoir positif** (vérité de la théorie et fausseté de l'autre), ce qui l'autorise à dire cela et que ces 2 théories sont contradictoires : ici il a montré que la théorie B était fausse.

Les scientifiques ne font pas de l'épistémologie, Bacon fait ici de la logique en utilisant le **principe de tiers-exclu** : soit A, soit non-A ; les 2 propositions ne peuvent être vraies à la fois. Si A est vraie alors non-A est fausse et inversement. Ce raisonnement ne marche pas car ce que Bacon a fait est qu'il a **montré la fausseté de A mais n'a pas montré que B est vraie** : B est une **théorie robuste** (qui a passé un test).



▪ Les plans inclinés de Galilée

Démontrer que les corps chutent à la même vitesse dans le vide. Il lance des boules de masses différentes mais qui passent au même moment au même endroit.

Conditions de la scientificité d'une théorie (ce qui fait que cette théorie est scientifique) : la condition **sine qua non** (nécessaire) de la scientificité de cette théorie est qu'on puisse la confronter avec l'expérience. Or on ne peut établir la vérité d'une théorie par l'expérience mais on peut établir sa fausseté. Il faut qu'on puisse **la tester et la réfuter** pour qu'elle soit scientifique.

En mathématiques, on peut affirmer que de 2 propositions contradictoires si l'une est vraie alors l'autre est fausse.

Ex : La diagonale est commensurable ou incommensurable aux côtés du carré.

On utilise un raisonnement par l'absurde, par contraposition de la thèse l'incommensurabilité est vraie.

Cela se base sur un principe disant que **l'impossible ne peut logiquement pas suivre du possible** : on analyse le principe et ses conséquences, si elles sont impossibles il y a contradiction. Si les conséquences du possible sont impossibles alors la thèse est impossible car du possible on ne peut tirer que le possible. Donc dès que l'on passe en physique, ce principe ne marche plus.

Ex : Bacon ne pouvait pas imaginer que c'était la Lune qui contrôlait les marées, il y avait une théorie C cachée.

▪ La relativité générale

Pour démontrer la relativité générale d'Einstein, on voit la Lune cacher le Soleil parfaitement (éclipse) mais comment l'expliquer ? La lumière ne va pas en ligne droite dans l'univers. Les corps massifs déforment l'espace-temps selon la théorie : normalement la lumière devrait être déviée par le Soleil. La théorie d'Einstein a passé le test que par cette déviation de la lumière on doit voir 2 étoiles cachées par le Soleil à ce moment de l'année. C'est grâce à cela qu'Einstein est célèbre.

Critère de démarcation de la théorie scientifique : c'est ce qui nous permet de dire quelle théorie est scientifique et laquelle ne l'est pas. L'expérience ne peut démontrer que la fausseté : **les expériences cruciales invalident des théories**. Si on ne peut pas réfuter la théorie par l'expérience alors elle n'est pas scientifique.

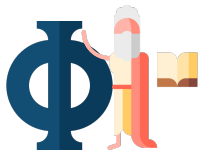
Ex : « Il y a une vie après la mort » n'est pas une théorie scientifique car il n'y a aucun moyen d'infirmer cette théorie, elle n'est ni vraie ni fausse.

Quand une ne peut pas réfuter une théorie elle est dite **pseudo-scientifique**.

Selon Popper dans **Logique de la découverte scientifique (I,1)**, une théorie scientifique ne peut pas être montrée comme vraie par l'expérience. C'est sa **falsifiabilité** et non sa vérifiabilité qui fait sa scientificité : si on ne peut pas démontrer qu'elle est fausse par l'expérience alors elle n'est pas scientifique.

Disjonction : ou A ou non A.

Selon le principe de tiers-exclu, toute proposition disjonctive formée d'une proposition contradictoire est vraie, mais cet énoncé n'est **pas scientifique**.



Ex (photo p.359) : La photo nous permet d'infirmer « Tous les cygnes sont blancs » mais pas de vérifier que « Tous les cygnes sont soit blanc, soit noirs ».

Ex : « Demain je meurs ou je ne meurs pas ». J'ai forcément raison dans ce que je dis mais ce n'est pas scientifique.

BACON

Novum Organum, II, aphorisme 36 : Le rôle de l'expérience scientifique est un rôle de **décision** : c'est dans certains cas l'expérience – simple observation des faits naturels, ou observation de résultats produits par expérimentation – qui *permet de trancher* entre plusieurs théories ou explications possibles d'un même phénomène. Les « instances prérogatives » sont des phénomènes *particuliers* susceptibles d'orienter l'entendement dans sa procédure inductive : le *Novum Organum* consiste en effet en la mise au point d'une méthode inductive, pour constituer des sciences que Bacon veut neuves, débarrassées d'une tradition scolastique qu'il juge empoussiérée. **Des sciences réellement neuves se doivent de reposer sur l'expérience, et non sur l'autorité d'Aristote.**

« Instances de la croix » ou « expériences cruciales »

Supposons que nous ayons été conduits, à la suite d'observations méthodiques, à formuler plusieurs hypothèses incompatibles en vue de l'explication d'un phénomène donné. Exemple des marées : nous sommes face à une « instance de la croix » si nous pouvons tirer de ces hypothèses incompatibles des conséquences que nous pouvons vérifier par l'expérience, soit par simple constat, soit par des mesures, soit par des expérimentations plus poussées. Ces conséquences doivent être telles que si l'une est *vérifiée*, alors nécessairement la fausseté des hypothèses concurrentes s'ensuit. Si l'on est parvenu à imaginer de telles hypothèses, alors on peut effectuer des observations ou des *expériences cruciales*, qui permettent de *décider* de la fausseté de toutes les hypothèses imaginées *sauf une*.

Observation du flux et reflux de la mer (2 fois par jour, 6h de montée/descente, légère variation coïncidant avec le cours de la lune)

Bifurcation :

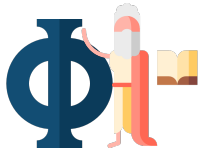
1. Soit ce mouvement de marées est causé par l'avancée et le retrait des eaux (abandon d'un côté)
2. Soit ce mouvement de marées est causé par le soulèvement et l'abaissement des eaux à partir du fond

Solution :

1. Il est nécessaire que le flux sur un côté corresponde au reflux sur l'autre.
 2. Soit la masse des eaux sort des entrailles de la Terre puis s'y replie. Soit la masse des eaux augmente (par dilatation et raréfaction). Soit, il faut supposer une force magnétique qui attire les eaux vers le haut.
- Or on peut s'assurer, par des instruments de mesure, que la surface des eaux est plus arrondie en son milieu et que les eaux sont plus profondes.**

GALILEE

Discours concernant deux sciences nouvelles : Comme pour Bacon, l'étude de la nature passe nécessairement par l'expérience, et elle ne doit pas être soumise aux principes aristotéliens. Mais contrairement à Bacon, Galilée ne met pas au centre de ses préoccupations la méthode *inductive* – organisant la récolte et l'interprétation de l'expérience. Au lieu de chercher à établir une méthode générale pour produire des connaissances nouvelles bien fondées sur l'expérience, Galilée par d'une audacieuse hypothèse, qui est que la nature est un livre écrit en langage mathématique.



Le problème de la chute des corps

L'expérience quotidienne, non scientifique, nous apprend que les corps tombent à des vitesses différentes. Quelle est alors la cause de cette différence ? Sont-ce les différences de poids des corps ?

Aristote/Simplicio avait répondu « oui ». Plus un corps est lourd, plus vite il tombe. Mais pour Galilée/Salviati, ce n'est pas la différence de poids qui cause la différence de vitesse. Galilée va donc faire l'expérience du *plan incliné*, où on laisse rouler des boules de matériaux divers mais de même volume. L'intérêt que présente cette expérience par rapport à une expérience de chute libre est que le temps de chute est plus grand, mais pas assez cependant pour parvenir à des résultats vraiment satisfaisants, en raison de la faible précision des instruments de mesure. L'expérience des *pendules* : l'intérêt de cette expérience est qu'elle possède en elle-même le principe de sa répétition : un pendule oscille de façon régulière pendant un temps relativement long, la résistance de l'air n'ayant qu'une influence assez faible. Il est ainsi possible de mesurer le temps mis par une boule pour aller de son point le plus haut à son point le plus bas un grand nombre de fois, ce qui assure des résultats fiables.

CLAUDE BERNARD

Introduction à l'étude de la médecine expérimentale :

Première partie, chapitre 2 : « Le caractère de la méthode expérimentale est de ne relever que d'elle-même, parce qu'elle renferme en elle son criterium, qui est l'expérience ». **Ainsi, la méthode expérimentale, contenant en elle-même son propre critère, paraît-elle atteindre à l'absolu.**

Expérience et Observation : le raisonnement (Première partie, chapitre 1)

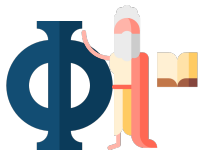
Au sens empirique du terme, l'expérience est simplement obtenue par « la pratique de chaque chose », **une telle expérience est vague** (obtenue sans méthode et au hasard), et « inconsciente » (irréfléchie). **Un tel savoir reste borné lorsqu'il est simple accumulation passive et irréfléchie. Pour qu'il résulte de l'expérience un véritable bénéfice, il faut** « un raisonnement expérimental vague que l'on fait sans s'en rendre compte, et par suite duquel on rapproche les faits, afin de porter sur eux un jugement ». **Si donc l'expérience peut être définie dans son sens le plus général comme** « l'instruction acquise par l'usage de la vie », **il convient de préciser que** « pour s'instruire, il faut nécessairement raisonner sur ce que l'on a observé, comparer les faits et les juger par d'autres faits qui servent de contrôle ». **Si donc l'empirisme est capable de s'ouvrir en direction des sciences, c'est parce qu'il contient déjà l'ébauche d'une activité de raisonnement dans la comparaison des faits et la conclusion qu'on en tire.**

La méthode expérimentale développera de façon systématique « ce genre de contrôle, au moyen du raisonnement et des faits qui constitue, à proprement parler, l'expérience ». **La méthode expérimentale consiste en effet à contrôler par l'expérience la validité de l'hypothèse explicative des faits suggérée au savant par leur observation. Or ce contrôle consiste à confronter avec les faits les conséquences que l'on peut déduire par raisonnement à partir de l'hypothèse. La méthode expérimentale a donc pour moment essentiel un raisonnement. On peut l'interpréter comme** « un raisonnement expérimental » **dont les deux « termes extrêmes » sont l'observation et l'expérience :**

« L'observation est le point d'appui de l'esprit qui raisonne, l'expérience le point d'appui de l'esprit qui conclut, ou, mieux encore, le fruit d'un raisonnement juste appliqué à l'interprétation des faits. »

Le travail du raisonnement dans l'interprétation des faits est donc plus important, dans la méthode expérimentale, que la simple constatation des faits, et l'on peut conclure que « l'expérience est le privilège de la raison ».

Si l'activité d'expérimentation est conduite « un peu au hasard », « pour voir », **sans idée préconçue, elle désigne une science** « encore dans l'enfance », **et témoigne de** « l'état complexe et arriéré » **qui est celui des sciences nouvellement créées, encore incertaines de leurs concepts et de leurs principes. Mais** « dans les sciences constituées, comme la physique et la chimie, l'idée expérimentale se déduit comme une conséquence logique des théories régnautes ».



Il est possible de définir la méthode expérimentale « par cela seul qu'on raisonne correctement sur des faits bien établis » ; « une observation peut servir de contrôle à une autre observation », **en sorte que la pensée antique n'ait pas manqué absolument de confirmation dans l'expérience.**

Induction et déduction (Première partie, chapitre 2)

On a coutume d'opposer les mathématiques aux sciences expérimentales, d'après l'opposition fondamentale entre les **deux démarches essentielles de la raison** : l'induction et la déduction.

« On définit l'induction en disant que c'est un procédé de l'esprit qui va du particulier au général, tandis que la déduction serait le procédé inverse qui irait du général au particulier ».

Mais cette opposition n'a rien d'absolu.

« Quand les mathématiciens étudient des sujets qu'ils ne connaissent pas, ils induisent comme les physiciens ».

Le point de départ des sciences mathématiques est en effet, comme pour toute science, dans les vérités particulières données dans l'expérience.

Les sciences de la nature, quant à elles, lorsqu'elles sont parvenues à un point d'avancement suffisant, procèdent déductivement.

Or le raisonnement expérimental consiste, à partir d'hypothèses avancées pour expliquer les faits, à tirer des conséquences qui puissent être confrontées avec les faits dans l'expérimentation :

« Si l'esprit de l'expérimentateur procède ordinairement en partant d'observations particulières pour remonter à des principes, à des lois ou à des propositions générales, il procède aussi nécessairement de ces mêmes propositions générales ou lois pour aller à des faits particuliers qu'il déduit logiquement de ces principes ».

Induction et déduction sont des démarches inséparables, complémentaires. Or l'empirisme fonde la déduction sur l'induction : il ne peut justifier la généralisation scientifique, et par conséquent de rendre compte de la vérité des sciences (Kant). A l'empirisme, Claude Bernard oppose qu'il ne serait pas possible de s'élever du fait particulier à l'idée générale, si l'idée n'était contenue dans le fait. **Ce n'est en effet qu'en première approximation que** « le raisonnement expérimental s'exerce sur des phénomènes observés » :

« en réalité il ne s'applique aux idées que l'aspect de ces phénomènes à éveillées en notre esprit ». **La démarche de la pensée scientifique consiste en effet à trouver dans l'idée l'explication du phénomène. Expliquer scientifiquement consiste à montrer comment un phénomène dépend d'une idée et peut en être déduit.**

L'explication scientifique consiste à déduire le phénomène de l'idée : le fondement de l'induction est la déduction : « de sorte que, quand nous croyons aller d'un cas particulier à un principe, c'est-à-dire induire, nous déduisons réellement ». « Un fait n'est rien par lui-même, il ne vaut que par l'idée qui s'y rattache ou par la preuve qu'il fournit ».

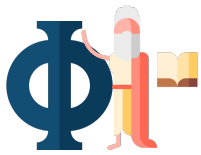
Le critère de la méthode expérimentale : l'expérience ou la raison ?

Dans la méthode expérimentale, le critère est le fait (Première partie, chapitre 1):

« La méthode expérimentale ne fait pas autre chose que porter un jugement sur les faits qui nous entourent, à l'aide d'un criterium qui n'est lui-même qu'un autre fait disposé de façon à contrôler le jugement et à donner l'expérience ».

« Ce sont les faits qui jugent de l'idée ». **Mais si la méthode expérimentale est en vérité un « raisonnement expérimental », les faits n'ont de sens qu'en tant qu'ils peuvent être rattachés à des principes :** « en un mot, dans la méthode expérimentale comme partout, le seul criterium réel est la raison ». **A ce titre, les principes apparaissent d'abord impliqués dans notre usage de la pensée, mais ils sont tout aussi bien impliqués dans les phénomènes eux-mêmes, puisque ceux-ci, dans le raisonnement expérimental, sont avant tout un appel à la raison :** « Si les vérités expérimentales qui servent de base à nos raisonnements sont tellement enveloppées dans la réalité complexe des phénomènes naturels qu'elles ne nous apparaissent que par lambeaux, ces vérités expérimentales n'en reposent pas moins sur des principes qui sont absolus parce que, comme ceux des vérités mathématiques, ils s'adressent à notre conscience et à notre raison ».

Toutefois, en tant que les principes doivent être dégagés de leur implication dans l'expérience, ils sont induits. Si, d'un côté, en tant qu'ils s'adressent à la raison, leur vérité peut apparaître comme *absolue*, d'un autre côté, en tant qu'ils sont induits, on peut dire aussi que leur validité « n'est jamais que relative au nombre d'expériences et d'observations qui ont été faites ». (Première partie, chapitre 2)



Citations –

« Dans le sens philosophie, l'observation *montre*, l'expérience *instruit* ».

Première partie, chapitre 1

« Dans l'investigation il peut y avoir à la fois activité de l'esprit et des sens, soit pour faire des observations, soit pour faire des expériences ».

« L'expérience n'étant en effet qu'un jugement, elle exige nécessairement comparaison entre deux choses, et ce qui est intentionnel ou actif dans l'expérience, c'est réellement la comparaison que l'esprit veut faire »

Première partie, chapitre 2

« Dans la langue française, le mot *expérience* au singulier signifie d'une manière générale et abstraite 'l'instruction acquise par l'usage de la vie' » **Avoir de l'expérience**

« Le mot *observation* au singulier, dans son acception générale et abstraite, signifie 'la constatation exacte d'un fait à l'aide de moyens et d'études appropriées à cette constatation' »

« *faire des expériences* ou *faire des observations*, cela signifie qu'on 'se livre à l'investigation et à la recherche, que l'on tente des essais, des épreuves, dans le but d'acquérir des faits dont l'esprit, à l'aide du raisonnement, pourra tirer une connaissance ou une instruction' ».

« on peut acquérir de l'expérience sans faire des expériences, par cela seul qu'on raisonne convenablement sur les faits bien établis, de même que l'on peut faire des expériences et des observations sans acquérir de l'expérience, si l'on se borne à la constatation des faits. L'observation est donc ce qui *montre* les faits ; l'expérience est ce qui *instruit* sur les faits et ce qui *donne de l'expérience* relativement à une chose ».

« **L'expérience est donc le privilège de la raison** »

« Le savant s'instruit chaque jour par l'expérience ; par elle il corrige incessamment ses idées scientifiques, ses théories, les rectifie pour les mettre en harmonie avec un nombre de faits de plus en plus grands, et pour approcher ainsi de plus en plus la vérité ».

S'instruire empiriquement ou expérimentalement

« Il y a d'abord une sorte d'instruction ou d'expérience **inconsciente et empirique** que l'on obtient par la **pratique** de chaque chose. Mais cette connaissance que l'on acquiert ainsi n'en est pas moins nécessairement accompagnée d'un raisonnement expérimental vague que l'on se fait sans s'en rendre compte, et par suite duquel on rapproche les faits afin de porter sur eux un jugement. **L'expérience peut donc s'acquérir par un raisonnement empirique et inconscient ; mais cette marche obscure et spontanée de l'esprit a été érigée par le savant en une méthode claire et raisonnée** qui procède alors plus rapidement et d'une manière consciente vers un **but déterminé**. »

« Telle est la méthode expérimentale dans les sciences, d'après laquelle l'expérience est toujours acquise en vertu d'un raisonnement précis établi sur une idée qu'a fait naître l'observation et que contrôle l'expérience »

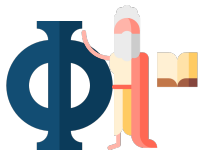
« Il y a dans toute **connaissance expérimentale** trois phases : 1. observation faite. 2. comparaison établie. 3. jugement motivé. La méthode expérimentale ne fait pas autre chose que porter un **jugement** sur les faits qui nous entourent, à l'aide d'un **criterium** qui n'est lui-même qu'un autre fait disposé de façon à contrôler le jugement et à donner l'**expérience**. Prise dans ce sens général, l'expérience est l'unique source de connaissances humaines. L'esprit n'a en lui-même que le sentiment d'une relation nécessaire dans les choses, mais il ne peut connaître la forme de cette relation que par l'expérience. »

Observateur et Expérimentateur

Première partie, chapitre 4

« on donne le nom d'*observateur* à celui qui applique les procédés d'investigation simples ou complexes à l'étude de phénomènes qu'il ne fait pas varier et qu'il recueille, par conséquent, tels que la nature les lui offre »

Observation : constatation pure et simple d'un fait – ce qui ne pourra jamais parvenir à constituer une science



« on donne le nom d'*expérimentateur* à celui qui emploie les procédés d'investigation simples ou complexes pour faire varier ou modifier, dans un but quelconque, les phénomènes naturels et les faire apparaître dans des circonstances ou dans des conditions dans lesquelles la nature ne les lui présentait pas »

Expérience : contrôle de l'idée par un fait – pour s'instruire, il faut nécessairement raisonner sur ce que l'on a observé, comparer les faits et les juger par d'autres faits qui servent de contrôle.

« Dans ce sens, l'*observation* est l'investigation d'un phénomène naturel, et l'*expérience* est l'investigation d'un phénomène modifié par l'investigateur »

« L'expérimentation n'est que la mise en œuvre des procédés d'investigation qui sont spéciaux à l'expérimentateur ».

« Dans les *sciences d'expérimentation*, l'homme observe, mais de plus il agit sur la matière, en analyse les propriétés et provoque à son profit l'apparition de phénomènes, qui sans doute se passent toujours suivant les lois naturelles, mais dans des conditions que la nature n'avait souvent pas encore réalisées. A l'aide de ces *sciences expérimentales actives*, l'homme devient un **inventeur de phénomène**, un véritable **contremaître de la création** ; et l'on ne saurait, sous ce rapport, assigner de limites à la puissance qu'il peut acquérir sur la nature, par les progrès futurs des sciences expérimentales »

Première partie, chapitre 5 – L'expérience n'est au fond qu'une observation provoquée

« le fait que doit constater l'expérimentateur ne s'étant pas présenté naturellement à lui, il a dû le faire apparaître, c'est-à-dire *le provoquer par une raison particulière et dans un but déterminé*. D'où il suit que l'on peut dire : l'expérience n'est au fond qu'une observation provoquée dans un but quelconque. Dans la méthode expérimentale, la recherche des faits, c'est-à-dire l'investigation, s'accompagne toujours d'un **raisonnement**, de sorte que le plus ordinairement l'expérimentateur fait une expérience pour contrôler ou vérifier la valeur d'une idée expérimentale. Alors on peut dire que, dans ce cas, l'expérience est une **observation provoquée dans un but de contrôle** »

« Pour raisonner *expérimentalement*, il faut généralement avoir une idée et invoquer ou provoquer ensuite des faits, c'est-à-dire des observations, pour contrôler cette idée préconçue ».

Première partie, chapitre 6

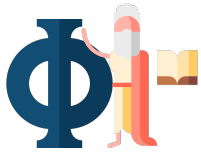
« D'abord le savoir doit avoir une idée qu'il soumet au contrôle des faits ; mais en même temps il doit s'assurer que les faits qui servent de point de départ ou de contrôle à son idée sont justes et bien établis ; c'est pourquoi il doit être lui-même observateur et expérimentateur »

« L'expérimentateur pose des questions à la nature ; mais que, dès qu'elle parle, il doit se taire ; il doit constater ce qu'elle répond, l'écouter jusqu'au bout, et, dans tous les cas, se soumettre à ses décisions. L'expérimentateur doit forcer la nature à se dévoiler, a-t-on dit. Oui, sans doute, l'expérimentateur force la nature à se dévoiler, en l'attaquant et en lui posant des questions dans tous les sens ; mais il ne doit jamais répondre pour elle ni écouter incomplètement ses réponses en ne prenant dans l'expérience que la partie des résultats qui favorisent ou confirment l'hypothèse »

« L'expérimentateur ne doit pas tenir à son idée autrement que comme à un moyen de solliciter une réponse de la nature. Mais il doit *soumettre* son idée à la nature et être prêt à l'abandonner, à la modifier ou à la changer, suivant ce que l'observation des phénomènes qu'il a provoqués lui enseignera ».

« Il y a donc deux opérations à considérer dans une expérience. La première consiste à *préméditer et à réaliser les conditions de l'expérience* ; la deuxième consiste à *constater* les résultats de l'expérience. Il n'est pas possible d'instituer une expérience sans idée préconçue ; *instituer une expérience* c'est poser une question ; on ne conçoit jamais une question sans l'idée qui sollicite la réponse ».

« Je considère donc, en principe absolu, que l'expérience doit toujours être *instituée en vue d'une idée préconçue*, peu importe que cette idée soit plus ou moins vague, plus ou moins bien définie. Quant à la constatation des résultats de l'expérience, qui n'est elle-même qu'une observation provoquée, je pose également en principe qu'elle doit être faite là comme dans toute autre observation, c'est-à-dire *sans idée préconçue* »



DUHEM

La théorie physique, son objet, sa structure : Duhem cherche à décrire très précisément tout ce qui est présupposé dans une « expérience de physique ». Il nous fait prendre conscience de l'étroite imbrication entre théories et expériences qui est la marque des sciences développées. Cette *imbrication* se manifeste de deux façons :

1. les termes abstraits qui permettent de donner un sens aux actions du physicien ne sont pas seulement des *termes techniques*, susceptibles d'être traduits un à un en des *termes plus simples* – **chaque terme renvoie à toute une théorie.**
2. toute expérience fait appel, pour sa réalisation comme pour son interprétation, à *plusieurs théories* : **les théories forment une sorte de réseau dans lequel chacune est solidaire des autres pour ce qui est du rapport à l'expérience.**

La critique de l'expérience cruciale et la thèse du holisme – idée que notre connaissance affronte l'expérience non par éléments individuels mais comme un corps organisé – ont conduit à voir dans les arguments de *La théorie physique* une arme contre toute délimitation du contenu empirique d'une hypothèse (et d'une théorie) scientifique, et toute délimitation nette entre théorie et expérience : l'expérience et l'observation sont « *theory-laden* », le donné est *toujours conceptualisé*.

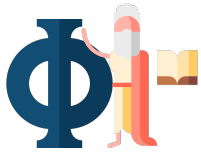
IV § 1 – une expérience de Physique n'est pas simplement l'observation d'un phénomène ; elle est, en outre, l'interprétation théorique de ce phénomène : « comme toute expérience de Physique, l'expérience comporte deux parties. Elle consiste, en premier lieu, dans l'observation de certains faits ; pour faire cette observation, il suffit d'être attentif et d'avoir les sens suffisamment déliés ; il n'est pas nécessaire de savoir la Physique. [...]. Elle consiste, en second lieu, dans l'interprétation des faits observés ; pour pouvoir faire cette interprétation, il ne suffit pas d'avoir l'attention en éveil et l'œil exercé ; il faut connaître les théories admises, il faut savoir les appliquer, il faut être physicien. » **Les faits sont dépendants de la théorie, imprégnés de théorie : la frontière qui sépare observation et théorie est incertaine. Tous les énoncés sont théoriques.** Il y a deux traductions opérées par le travail de la théorie :

1. **La version** qui fait passer de l'observation à sa traduction mathématique
2. **Le thème** qui, à l'inverse, « fait correspondre à ce nombre un fait concret et observable ».

Or chacune de ces traductions, mathématique ou concrète, est soumise à indétermination. « Mais qui traduit, trahit » : il n'y a pas équivalence empirique des théories mais différence sémantique entre faits observés et symboles.

« Une expérience de Physique est l'observation précise d'un groupe de phénomènes accompagnée de l'interprétation de ces phénomènes ; cette interprétation substitue aux données concrètes réellement recueillies par l'observation des représentations abstraites et symboliques qui leur correspondent en vertu des théories admises par l'observateur ».

§ 2 – Le résultat d'une expérience de Physique est un jugement abstrait et symbolique : « les résultats de l'expérience vulgaire est la constatation d'une relation entre divers faits concrets ; tel fait ayant été artificiellement produit, tel autre fait en est résulté. [...] Le résultat des opérations auxquelles se livre un physicien expérimentateur n'est point du tout la constatation d'un groupe de faits concrets ; c'est l'énoncé d'un jugement reliant entre elles certaines notions abstraites, symboliques, dont les théories seules établissent la correspondance avec les faits réellement observés. [...] Les conclusions [d'un mémoire de Physique expérimentale] ne sont nullement l'exposition pure et simple de certains phénomènes ; ce sont des énoncés abstraits, auxquels vous ne pouvez attacher aucun sens si vous ne connaissez pas les théories physiques admises par l'auteur ». « Le sens abstrait et symbolique n'est relié aux réalités concrètes que par des intermédiaires théoriques longs et compliqués ».



Contre les expériences cruciales

La théorie physique, son objet, sa structure : Duhem ouvre une polémique avec Bacon, et avec tous ceux qui pensent que les expériences cruciales sont possibles et joue le rôle de *décision* (trancher entre plusieurs hypothèses) que Bacon leur avait assigné. Pour Duhem, il est impossible de séparer une hypothèse donnée de la théorie dans laquelle elle s'insère – et même parfois difficile de la séparer, en vue de la tester, de tout l'*ensemble théorique* dans lequel sont insérés les instruments nécessaires à ce qu'il appelle l'« expérience d'épreuve » ou « de test ». **Problématique de la confirmation et de la falsification des hypothèses et des théories scientifiques. Qu'est-ce qui fait l'objet d'une confirmation ou d'une infirmation dans l'expérience d'épreuve ?**

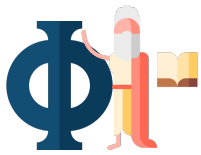
VI §2 – Qu'une expérience de Physique ne peut jamais condamner une hypothèse isolée, mais seulement tout un ensemble théorique : thèse selon laquelle on ne peut considérer *une* hypothèse indépendamment de la théorie dans laquelle elle s'inscrit ; une théorie serait comme un « organisme » dont les lois et les hypothèses seraient les « membres ». **On ne peut découper une partie sans que le tout soit modifié. Une partie d'une théorie n'a de sens que lorsque l'on considère la théorie dans son entier : HOLISME EPISTEMOLOGIQUE.** Entre le fait pratique et sa version théorique, il y a le travail de symbolisation opéré par la théorie, qui elle-même en retour traduit la valeur numérique en indication empirique. C'est parce que toute théorisation est *traduction mathématique* des faits qu'« une infinité de faits théoriques peuvent être pris pour traduction d'un même fait pratique ».

« Un physicien se propose de démontrer l'inexactitude d'une proposition ; pour déduire de cette proposition la prévision d'un phénomène, pour instituer l'expérience qui doit montrer si ce phénomène se produit ou ne se produit pas, pour interpréter les résultats de cette expérience et constater que le phénomène prévu ne s'est pas produit, il ne se borne pas à faire usage de la proposition en litige : **il emploie encore tout un ensemble de théories, admises par lui sans conteste** ; la prévision du phénomène dont la non-production doit *trancher* le débat *ne découle pas* de la proposition litigieuse *prise isolément*, mais de la proposition litigieuse jointe à tout cet ensemble de théories ; si le phénomène prévu ne se produit pas, ce n'est pas la proposition litigieuse seule qui est mise en défaut, c'est tout l'échafaudage théorique dont le physicien a fait usage ; **la seule chose que nous apprenne l'expérience, c'est que, parmi toutes les propositions qui ont servi à prévoir ce phénomène et à constater qu'il ne se produisait pas, il y a au moins une erreur ; mais où gît cette erreur, c'est ce qu'elle ne nous dit pas** »

§3 – « L'Experimentum crucis » est impossible en Physique : Conséquence de la théorie holiste pour la nature du test expérimental : si une hypothèse scientifique n'a de sens que dans le cadre théorique dont elle est issue, on met à l'épreuve ce cadre théorique tout entier lorsqu'on cherche à tester une hypothèse particulière. Or la notion même d'*expérience cruciale* présuppose justement que l'on puisse *isoler* les hypothèses à départager des théories dans lesquelles elles s'inscrivent. Par conséquent, **les expériences cruciales ne sont que des vues de l'esprit.** Lorsque l'on croit mener une expérience cruciale pour décider entre deux hypothèses, on teste en fait deux vastes ensembles d'hypothèses qui sont solidaires les unes des autres. Cela revient à nier que l'on puisse faire le partage entre les deux hypothèses de départ. Car il peut très bien se produire que les deux vastes ensembles théoriques auxquels elles sont rattachées aient des ensembles communs. **Dans ce cas, il devient impossible de les départager. Prolongation du holisme : une expérience négative ne permet pas de rejeter une hypothèse isolée mais un système entier.**

« La contradiction expérimentale n'a pas, comme la réduction à l'absurde employée par les géomètres, le pouvoir de *transformer une hypothèse physique en une vérité incontestable* ; pour le lui conférer, il faudrait énumérer complètement les diverses hypothèses auxquelles un groupe déterminé de phénomènes peut donner lieu ; or, le physicien n'est jamais sûr d'avoir épuisé toutes les suppositions imaginables ; la vérité d'une théorie physique ne se décide pas à croix ou pile ».

Ce n'est pas qu'il est impossible de tester quoi que ce soit dans une théorie scientifique, ce qui reviendrait à dire que les théories scientifiques sont des constructions arbitraires, indépendantes de ce qu'elles ont pour but de représenter. La thèse de Duhem nous incite seulement à éviter les simplifications excessives dans nos analyses des rapports entre théories et expériences.



KUHN

Structure des révolutions scientifiques – l'histoire des sciences s'articule selon un cycle science normale/crise épistémologique/révolution scientifique, résolution de la crise et fondation d'une nouvelle science normale. La science normale définit proprement une *norme* de l'activité scientifique : pour autant, elle est le point de départ de la science et son point d'aboutissement logique, en commençant le cycle par le passage qu'elle opère de la pré-science à la science. La science normale est caractérisée par l'apparition d'un **paradigme** qui correspond à un **ensemble de canons de rationalité scientifique par lesquels une communauté de savants définit « les méthodes, le champ des problèmes, et les critères de solution « pour la recherche »**. La rationalité scientifique est donc produite par l'histoire des sciences elles-mêmes. **Le paradigme structure notre vision de la réalité, de sorte que non seulement Galilée et Aristote ne disposent pas des mêmes concepts pour appréhender cette réalité, mais ils ne voient littéralement pas la même chose lorsqu'ils regardent l'un et l'autre le pendule. Le premier voit un mouvement proche du mouvement inertiel et qui tend à se perpétuer, là où le second voit une chute entravée. Incommensurabilité : des paradigmes différents ne peuvent être confrontés entre eux en vue de les évaluer respectivement du point de vue de leur valeur de vérité. Ce qui fait défaut, c'est un système de règles et de concepts en commun. Le passage d'un paradigme à un autre est donc moins de l'ordre de la discussion rationnelle et de la persuasion que de l'ordre de la conversion.**

Les Paradigmes sont donc des mondes différents : « les changements de paradigmes font que les scientifiques dans le domaine de leurs recherches, voient tout d'un autre œil. Dans la mesure où ils n'ont accès au monde qu'à travers ce qu'ils voient et font, nous pouvons être amenés à dire qu'après une révolution, les scientifiques réagissent à un monde différent... après une révolution, les scientifiques travaillent dans un monde différent ».

L'incommensurabilité locale : les théories incommensurables partagent une majeure partie de concepts, à l'exception d'un groupe plus ou moins restreint de concepts qui les rend intraduisibles en raison de leur *importance stratégique* dans le réseau de relations qu'elles établissent entre les *objets du monde*.