La raison et le réel

Introduction : réel et réalité.

Le thème « la raison et le réel » porte avant tout sur la manière dont ces deux notions s'articulent. La raison, c'est la faculté de l'esprit humain qui lui permet de raisonner, c'est-à-dire de lier des concepts et des jugements de façon logique. Raisonner, c'est articuler des propositions dans une construction logique. Le réel désigne l'ensemble des choses qui existent. Mais attention : il faut ici entendre le mot « exister » en deux sens, donc sans oublier celui que lui donnent les mathématiciens. Une chose « existe » si je peux en faire l'expérience, si je peux la percevoir, bref si elle est saisissable par les sens ; mais on peut dire aussi avec les mathématiciens « qu'il existe un x tel que… » : cela ne signifie évidemment pas que je peux rencontrer x, mais qu'il est possible de *penser* x, que x est concevable, saisissable par la raison. Il faut donc, avec Platon, inclure dans l'idée de « réel » deux ordres de réalité : la **réalité sensible** (l'ensemble des choses perceptibles par le sens), et la **réalité « intelligible »** (c'est-à-dire saisissable par l'intellect, par l'intelligence, par la pensée rationnelle.) Un cercle carré ne fait pas partie de la réalité intelligible, puisqu'il n'est pas concevable par la pensée rationnelle.
Poser la question de l'articulation de la raison et du réel, c'est donc d'abord s'interroger sur la manière dont la raison peut connaître le réel, avant de s'interroger sur la manière dont elle peut chercher à agir sur le réel. La question de la « rationalisation » du réel est donc double : comment s'opère la connaissance rationnelle du réel ? Comment la raison peut-elle dicter des règles d'actions rationnelle sur le réel ? Cette première partie du cours concerne la première question, en interrogeant notamment la question de la vérité.

I) Raison, réel et vérité : les modes de la connaissance rationnelle de la vérité.

Introduction : qu'est-ce que la vérité ?

Qu'est-ce qui peut être vrai ? La seule et unique chose qui puisse être dite « vraie » ou « fausse », c'est un énoncé du langage ; cet énoncé peut être seulement verbalisé mentalement (il s'agit alors d'une « pensée ») ou exprimé dans une phrase écrite ou orale (on parle alors de « discours »). Mais dans tous les cas, seul un énoncé peut être dit vrai ou faux. Un *objet* peut être réel ou irréel, un *sentiment* peut être sincère ou non, mais seul un énoncé qui dit quelque chose de quelque chose (c'est-à-dire une assertion) peut être vrai ou faux. Quand on dit « c'est un faux diamant », on ne parle pas d'un objet (un diamant) qui aurait la propriété d'être « faux ». Ce que l'on dit de l'objet, ce n'est pas qu'il est « faux », c'est qu'il *n'est pas* un diamant. La seule chose qui puisse être dite « fausse », c'est en fait l'énoncé selon lequel « cette pierre est un diamant ».
Que signifie à présent « être vrai » ?
Pour Thomas d'Aquin, philosophe médiéval du XIII° siècle : la vérité est « adequatio rei et intellectus » : un énoncé est vrai lorsque la pensée qu'il exprime est adéquate à la réalité. Cette définition est pratique, mais dangereuse : car il ne faut alors pas oublier que la « réalité » dont il s'agit ne se limite pas à la réalité *sensible*… mais qu'elle inclut aussi la réalité intelligible. Un jugement mathématique est vrai quand la pensée qu'il exprime correspond à la « réalité »… mathématique. Se demander si un énoncé est « vrai », c'est donc toujours se demander par *quelle méthode* on doit comparer l'énoncé à la réalité : la méthode de vérification (= de comparaison de l'énoncé et de la réalité) n'est pas la même en mathématiques, en sciences expérimentales, etc. C'est ce que nous allons voir maintenant.

A) Vérité et démonstration : la vérité dans les sciences exactes (mathématiques)

1) La démonstration comme méthode idéale de connaissance humaine

Le texte de Pascal nous a montré en quel sens la méthode démonstrative pouvait être considérée comme le mode de connaissance le plus parfait qui soit accessible à l'homme. Pour Pascal, il existe une méthode de connaissance absolument parfaite, mais qui est inaccessible à l'homme. Elle consisterait à respecter deux impératifs : « tout définir, tout démontrer ». Il faudrait alors raisonner en utilisant uniquement des termes dont on a donné une définition complète, et des énoncés dont on a donné la démonstration intégrale. Or, comme le remarque Pascal, cette méthode est inaccessible à l'homme. Car toute définition exige de recourir à des termes qu'il faudrait eux-mêmes définir, à l'aide de termes qu'il faudrait eux-mêmes définir, etc. C'est le paradoxe du dictionnaire : il faut bien s'arrêter quelque part, ou plutôt *commencer* quelque part, en prenant appui sur des termes que l'on ne définit plus. Même chose pour les démonstrations : démontrer un énoncé, c'est montre qu'il découle logiquement d'autres énoncés, qui eux-mêmes découlent logiquement d'autres énoncés, etc. Pour sortir de cette régression à l'infini, **il faut donc prendre appui sur des énoncés que l'on ne démontre pas.**

Pour Pascal, c'est ce qui définit la « démonstration » telle qu'elle est accessible à l'homme. Tout définir, sauf les termes fondamentaux qu'il n'est plus possible de définir à l'aide de termes plus simples : tout démontrer, sauf les propositions fondamentales qu'il n'est plus possible de démontrer à l'aide d'énoncés plus simples. C'est donc une méthode qui n'est pas « parfaite » mais qui, néanmoins, nous donne accès à une connaissance *certaine* (selon Pascal). Car les termes que l'on ne définit pas sont les termes dont le sens est absolument *évident*, et les énoncés que l'on ne démontre pas sont des énoncés dont la validité est elle-même absolument *évidente*, attestée par la « lumière naturelle » qui est en nous. La démonstration est donc une méthode imparfaite qui donne accès à une connaissance certaine ; elle repose certes sur des indéfinissables et des indémontrables, mais ceux-ci sont ***évidents***.

On voit donc ici que Pascal pose le problème que nous rencontrerons d'un bout à l'autre de notre cheminement : toute connaissance de la vérité suppose une méthode de vérification qui, elle-même, repose sur des énoncés qu'elle est incapable de valider. La méthode de vérification des énoncés mathématiques est la démonstration, mais toute démonstration repose nécessairement sur des indémontrables : les « axiomes ».

2) Démonstration, axiomes, théorèmes et postulats

Vérifier un énoncé mathématique, c'est le démontrer. Démontrer, c'est montrer que l'on peut construire l'énoncé en utilisant uniquement les *définitions* (du nombre, du cercle, de la racine carrée, etc.) et les *règles fondamentales* des mathématiques (lois logiques + règle de commutativité, de distributivité, etc.) Ces définitions et ces règles fondamentales sont les **axiomes** d'un système mathématique, et l'ensemble des axiomes forme l'axiomatique du système mathématique. Démontrer un énoncé, c'est donc montrer qu'on peut le construire à partir des axiomes (le « déduire » des axiomes).
Un énoncé qui a été démontré (et qu'on utilise ensuite sans le démontrer à nouveau) est un **théorème** ; un énoncé dont on suppose qu'il est vrai (démontrable) sans l'avoir démontré est un **postulat**.

3) Retour sur les indémontrables : les axiomes sont-ils « évidents » ?

Un axiome ne peut pas être démontré : on ne peut pas « démontrer » une définition, et on ne peut pas non plus démontrer que 1 + 1 = 2. Les axiomes sont *choisis*, comme les règles de n'importe quel jeu. Ils ne sont donc ni vrais ni faux ; en fait, ils sont vrais au sens où les nombres premiers sont divisibles (par eux-mêmes), au sens où la Constitution est constitutionnelle, au sens où les règles du jeu de l'oie sont vraies : cela ne veut rien dire.
Cela implique que, en choisissant *d'autres* axiomes, on pourrait construire *d'autres* énoncés, qui ne seraient ni plus vrais, ni plus faux : dans la mesure où un énoncé mathématique est vrai si on peut le construire à partir des axiomes, la vérité d'un énoncé mathématique est toujours relative à l'axiomatique choisie. Je peux très bien construire une arithmétique fondée sur 2 + 2 = 5 ; mais dans ce cas, l'énoncé 4 + 4 = 8 devient faux. De même, je peux construire une géométrie qui refuse l'axiome d'Euclide selon lequel « par un point situé hors d'une droite *D*, je ne peux faire passer qu'une seule droite *D'* parallèle à *D*. » C'est le cas de la géométries de Riemann, dite « non euclidienne », que l'on peut « visualiser » en raisonnant sur un espace sphérique. Pour le mathématicien français Henri Poincaré, les axiomes ne sont que des **conventions**, que l'on choisit pour leur **commodité**, mais qui ne sont ni plus ni moins « vrais » que d'autres axiomes. Si l'on cherche à formuler géométriquement le mouvement de figures géométriques sur un espace sphérique, il sera plus commode (mais pas plus « vrai ») de recourir à une axiomatique non euclidienne.

4) Peut-on exporter la démonstration hors des mathématiques ?

a) Y a-t-il des jugements synthétiques *a priori* ?

Pour traiter cette épineuse question, il faut commencer par distinguer, avec Kant, les jugements *analytiques* et les jugements *synthétiques*. Un jugement analytique ne met pas en rapport deux concepts différents, mais un concept avec l'une des caractéristiques qui font partie de sa définition : « un cercle est une figure géométrique plane », « un mineur est âgé de moins de 18 ans », etc. Un jugement analytique a donc deux caractéristiques : a) il est absolument certain, puisqu'il est vrai *par définition* (un mineur *ne peut pas* avoir plus de 18 ans…) ; b) il ne nous apprend absolument rien, puisque ce qu'il dit est *déjà* contenu dans la définition du concept que l'on emploie. Le fait qu'un mineur ait moins de 18 ans ne nous apprend rien « sur » les mineurs : cela ne fait qu'expliciter la définition du mot « mineur ».
Par opposition, un jugement synthétique est un jugement qui met en rapport un concept avec un autre concept, qui ne fait pas partie de sa définition (« les jeunes écoutent de la musique bruyante » : le fait d'écouter de la musique bruyante ne fait pas partie de la *définition* de « jeune ».) A son tour, un jugement synthétique a deux caractéristiques : a) il nous apprend quelque chose (puisque ce qu'il nous dit du concept n'est pas déjà inclus dans la définition de ce concept) ; et b) il n'est jamais absolument certain… sauf en mathématiques.
Kant montre en effet que, si un jugement synthétique met en rapport deux concepts qui n'appartiennent pas l'un à l'autre, il faut nécessairement que ce rapport entre les deux nous soit donné par un troisième élément. Or ici il faut distinguer deux cas de figure :

_ soit le jugement est un jugement mathématique ; et dans ce cas on peut l'établir *sans recourir à l'expérience*, en ne recourant qu'à la pensée. Par exemple, il ne fait pas partie (du moins pour Kant) de la *définition* du « triangle rectangle » d'être tel que le carré de la longueur de l'hypoténuse soit égal à la somme des carrés des longueurs des deux autres côtés. Néanmoins, nous n'avons pas besoin de recourir à l'expérience (en allant mesurer les côtés des triangles) pour établir ce théorème (le théorème de Pythagore) : on peut le démontrer par un raisonnement. On peut donc dire que, dans le domaine des mathématiques, on peut établir des jugements synthétiques dont on peut prouver la vérité avant même de recourir à une quelconque expérience (c'est-à-dire : sans recourir à aucune observation, étude statistique, expérimentation, etc.). Dans les termes de Kant, **dans le domaine des mathématiques, il y a des jugements synthétiques *a priori***. Ces jugements mettent en rapport deux concepts différents (ils nous « disent » donc quelque chose que nous ne pouvions pas tirer de l'analyse de leur définition), mais ils sont néanmoins absolument certains (puisqu'on peut établir leur vérité par un simple raisonnement, indépendant de toute observation de la réalité extérieure).

_ soit le jugement n'appartient pas au domaine des mathématiques. C'est le cas de tous les jugements qui cherchent à décrire la réalité extérieure, que Kant appelle des « jugements d'expérience » (comme le jugement « les jeunes écoutent de la musique bruyante »). Dans le cas des jugements d'expérience, quel est le « troisième terme » qui va permettre de faire le lien entre les deux idées (« être jeune » et « écouter de la musique bruyante » ?) D'où tirons-nous le jugement selon lequel « les jeunes écoutent de la musique bruyante » ? Nous la tirons évidemment de l'expérience : c'est l'observation de la réalité extérieure (par la perception, les sondages, les enquêtes statistiques, les expériences en laboratoire, etc.) qui va permettre d'établir ce jugement. Hors du domaine des mathématiques, il n'y a donc pas de jugement synthétique *a priori* : puisque c'est à partir de l'expérience que nous pouvons établir nos jugements, tous les jugements synthétiques (non mathématiques) doivent être considérés comme des jugements synthétiques *a posteriori*.
Qu'est-ce que cela change pour la validité de ces jugements ? Cela change… tout. Car, comme le dit Kant, l'expérience peut certes nous renseigner sur la façon dont les choses *sont* (l'expérience nous indique que les jeunes ont tendance à écouter de la musique

bruyante) ; mais elle ne peut jamais nous prouver *qu'elles ne pourraient pas être autrement*. En d'autres termes, la validité d'un jugement tiré de l'expérience ne peut jamais être considérée comme *nécessaire*, puisque l'on ne peut jamais tirer de l'observation l'idée selon laquelle il est *impossible* qu'un jeune puisse *ne pas* écouter de la musique bruyante ![1] L'expérience nous permet de fonder des énoncés du type : « la plupart des X se comportent de la façon Y », ou « tout semble indiquer que les X se comportent de la façon Y » ou, à la rigueur, « on a *toujours* observé que les objets X se comportaient de la façon Y ». Mais l'expérience ne peut jamais démontrer qu'il est *impossible* qu'un X ne se comporte pas de la façon Y.[2] Par conséquent, aucun jugement reposant sur l'expérience ne peut être considéré comme *nécessairement* vrai : les choses *peuvent* toujours être autrement que ce que l'observation nous indique. La vérité d'un jugement synthétique n'est donc jamais absolument certaine : si cela se trouve, il existe des jeunes qui *n'écoutent pas* de la musique bruyante !

Cette distinction entre certitude « mathématique » et probabilité empirique se voit particulièrement bien si l'on compare la certitude à laquelle nous donne accès un raisonnement mathématique et celle qui peut être établie par l'expérience dans un tribunal. La démonstration du théorème de Pythagore ne fait aucun appel à l'observation de la réalité : c'est un pur raisonnement mathématique qui nous conduit à la certitude absolue que, dans le cadre d'une axiomatique euclidienne, tout triangle rectangle vérifie *nécessairement* le théorème. Mais les jurés n'ont pas à démontrer le théorème de Pythagore, ils doivent savoir si « X est coupable ». «X est coupable » est un jugement synthétique, puisqu'il ne fait pas partie de la *définition* de X d'être coupable (!). Puisque nous sommes en dehors du domaine des mathématiques (la culpabilité ne sera pas établie pas un calcul de tête…) il faut donc recourir à l'expérience, à l'observation de la réalité pour établir si le jugement est vrai. Les jurés vont donc fonder leur décision sur des témoignages, sur les aveux éventuels de l'accusé, sur des mobiles, sur des indices, etc. ces éléments peuvent-ils nous donner une certitude *absolue* concernant la culpabilité de X ? Est-il *impossible* qu'un témoin se trompe ou soit suborné ? Est-il *impossible* qu'un innocent avoue (pour protéger quelqu'un d'autre, etc .) ? Est-il *impossible* qu'un individu qui avait tous les mobiles du monde pour tuer quelqu'un et qui a eu l'opportunité de le faire ne l'ait pas fait ?

Non :contrairement à ce qu'il se passe en mathématiques, ce n'est jamais *impossible*. Mais, dira-t-on, il peut certes subsister un doute « théorique », mais il y a des cas où un doute *raisonnable* n'est plus possible ! Mais c'est justement lorsque l'on tient ce genre de propos que la différence entre un jugement mathématique et un jugement d'expérience apparaît le plus nettement. En mathématiques, lorsque le doute n'est pas raisonnable, c'est qu'il est *logiquement* impossible ; et, dans ce cas, on ne s'aperçoit jamais « après coup » qu'un triangle rectangle *ne satisfait pas* le théorème de Pythagore. En revanche, dans le domaine des jugements qui reposent sur l'expérience, on peut très bien considérer qu'il ne subsiste « aucun doute raisonnable »… et se tromper. Un seul chiffre suffit à le prouver : aux Etats-Unis, pour qu'un accusé soit condamné à mort, il faut que les jurés aient considéré que sa culpabilité était « au-delà de tout doute raisonnable ». Or, depuis 1976 (réintroduction de la peine de mort aux Etats-Unis), *plus de 130 personnes* ont été condamnées à mort… puis reconnues non coupables. On voit ici toute la différence qu'il y a entre une certitude « mathématique » et une conviction fondée sur l'expérience.

b) Y a-t-il des définitions ailleurs qu'en mathématiques ?

Kant apporte un second argument pour interdire l'exportation de la démonstration hors des mathématiques. Nous l'avons vu, toute démonstration suppose de prendre appui sur des *définitions*. On voit mal comment un mathématicien pourrait démontrer le théorème de Pythagore s'il était incapable de définir clairement *ce qu'est* un triangle rectangle… Or, comme le montre Kant, hors des mathématiques, il n'y a pas réellement de « définitions ». Une définition, c'est un ensemble de caractéristiques telles que :

a) tout élément appartenant à l'extension du concept X possède nécessairement ces caractéristiques (l'extension du concept « mineur », ce sont tous les mineurs ; et tous les mineurs possèdent *nécessairement* la caractéristique : être âgé de moins de 18 ans.)
b) tout élément qui possède l'ensemble des caractéristiques de la définition appartient *nécessairement* à l'extension du concept (un être humain vivant qui a moins de 18 ans est *nécessairement* un mineur)

Or, comme le remarque Kant, les mathématiciens n'ont pas de mal à établir leurs définitions, car justement, ce sont eux qui *construisent* leurs concepts. Une racine carrée, ce n'est pas un objet qui se promène dans la nature et dont le mathématicien chercherait à déterminer les caractéristiques clé. La racine carrée, c'est *ce que les mathématiciens définissent* comme une racine carrée. Les mathématiciens ne risquent donc pas de « se tromper » dans leur définition.

Mais la situation est, cette fois encore, bien différente quand on *sort* du domaine des mathématiques ; car cette fois, ce que je dois définir, ce ne sont pas de choses que je construis dans mon esprit, ce sont des choses qui existent au-dehors et qui ont des propriétés qui ne dépendent pas de moi. Pour pouvoir établir la définition d'un concept, il faudrait donc que j'aie déjà une connaissance complète des objets qui constituent l'extension de ce concept … ce qui peut être très difficile, ou impossible. Le cas de la lumière est ici particulièrement… éclairant.[3] Car pour définir le concept de « lumière », il faudrait que je sache en quoi elle consiste, à quelle type de « choses » elle appartient. S'agit-il d'ondes (lumineuses), comme c'est le cas du son ? Ou de corpuscules lumineux (photons) ? La lumière est-elle faite de « matière » ou non ? Il s'agit probablement de la première des questions auxquelles il faudrait répondre pour pouvoir proposer une

[1] : Cela vaut pour tout jugement tiré de l'expérience, même pour de grandes lois de la physique, comme la loi de la gravitation. L'expérience montre que les corps sont attirés les uns vers les autres selon une force proportionnelle au carré de leur distance ; mais on ne voit pas comment l'expérience pourrait nous démontrer qu'il est *impossible* qu'un corps échappe à la gravitation (et ce, d'autant plus que personne ne comprend réellement en quoi consiste cette « force » d'attraction sur laquelle repose l'idée de gravitation universelle : *pourquoi* les corps s'attirent-ils ? en quoi consiste cette « force » ?) Un monde sans gravitation serait-il *contradictoire* ? Dans les termes du XVII° siècle, Dieu n'aurait-il pas pu c réer un monde sans gravitation ?

[2] : sauf, évidemment, si le fait de se comporter de la façon Y fait partie de la *définition* de X ; mais alors, il ne s'agit plus d'un jugement synthétique, mais d'un jugement *analytique*.

[3] : Je sais, je sais…

« définition » de la lumière. Or aucun physicien ne prétendrait aujourd'hui qu'on peut apporter une réponse simple à cette question. La plupart de ces physiciens accepteraient d'ailleurs l'idée que l'on ne peut pas *définir* la lumière, mais que l'on peut proposer des « caractérisations » partielles des phénomènes lumineux… qui peuvent se contredire entre elles (il faut *parfois* considérer la lumière comme un phénomène corpusculaire, et *parfois* comme un phénomène ondulatoire) !
Ce problème kantien des définitions s'illustre également dans le domaine des sciences humaines : nous avons vu que, en ce qui concerne la définition de « pauvre » ou de « chômeur », il était extraordinairement difficile de tenter de trouver « la » définition. D'une part, il va de soi que les caractéristiques clé d'un chômeur ne dépendent pas uniquement de moi (ou des sociologues) ; si, demain, un politicien facétieux décidait de fermer Pôle Emploi en décrétant immédiatement que désormais, *il n'y a plus* de chômeurs en France (puisque, pour être comptabilisé comme chômeur, un individu doit être inscrit à Pôle Emploi), nous l'inviterions cordialement à revoir sa définition du chômeur, laquelle ne serait manifestement plus en adéquation avec le « vrai » chômage. Mais par ailleurs, nous avons vu la manière dont la recherche des « vraies » caractéristiques du chômeur ou du pauvre était une question polémique : est-on pauvre par rapport aux autres membres de la société, ou par rapport à la possibilité de satisfaire nos besoins vitaux ? La pauvreté dépend-elle davantage des revenus que des services auxquels ces revenus nous donnent accès ? Peut-on séparer radicalement seuil ; de pauvreté et développement culturel ? etc. Manifestement, « la » définition du chômage ou de la pauvreté n'existe pas. Il n'y a que des caractérisations, des conceptions, des approches, à la fois différentes et conflictuelles, qui ne constituent pas une « définition » au sens où il existe une définition du cercle. Pour Kant, il est donc préférable de réserver le mot « définition » aux mathématiques, et de considérer la caractérisation des concepts empiriques comme une simple « exposition ». [4]
Ceci constitue le second argument de Kant contre l'exportation de la méthode démonstrative hors des mathématiques ; dans la mesure où il est impossible de construire une véritable démonstration sur des concepts dont le sens est, soit indéterminé, soit indécidable, il n'y a de véritable démonstration qu'en mathématiques, seul domaine dans lequel on puisse construire de véritables définitions.

<u>Conclusion : La nature paradoxale de la démonstration</u> (= de la vérité en mathématiques)

A l'issue de ce parcours, il faut donc retenir trois thèses principales :

a) La vérité d'un énoncé mathématique démontré est « absolue », dans la mesure où a) elle est *définitive* (cet énoncé sera toujours vrai dans ce système) et *universelle* (si l'on peut démontrer l'énoncé « $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ », cet énoncé est vrai pour *toutes* les valeurs de a et de b, sans exception.)

[4] : Je sais que je n'ai pas souligné l'usage de ce mot par Kant (dans le deuxième texte) en cours ; il m'avait semblé sur le moment qu'il était inutile de vous surcharger de concepts. Il me semble maintenant que le terme peut être utile dans une dissertation pour résumer l'argumentaire de Kant. Lorsqu'on a le concept, on peut davantage se passer d'explications…

b) Mais elle est aussi *relative*, au sens où sa vérité dépend du système d'axiomes que l'on a choisis. Le choix des axiomes de départ est bel et bien un *choix*, les axiomes sont des *conventions*. La vérité en mathématiques est donc toujours relatives au choix des axiomes de départ.
c) La démonstration n'est pas exportable hors du domaine des mathématiques. En dehors de ce domaine, les seuls énoncés que l'on puisse considérer comme absolument certains, car indépendants de toute expérience, sont les jugements *analytiques*, qui sont de simples explicitations de concepts. Hors du domaine des mathématiques, tout jugement synthétique suppose le recours à l'expérience, qui ne nous donne jamais la possibilité de considérer le jugement comme *nécessairement* vrai. Il n'y a de jugement synthétiques *a priori* qu'en mathématiques. Par ailleurs, toute démonstration suppose que l'on prenne appui sur des concepts dont le sens soit clairement établi ; or il n'y a qu'en mathématiques que l'on peut produire de véritables définitions de concepts ; hors des mathématiques, c'est encore à l'expérience que nous devons nous adresser pour construire nos caractérisations, qui comme telles restent toujours incomplètes ou polémiques, méritant donc le nom « d'expositions », mais non de définitions.

B) <u>La perception</u>

Nous nous intéressons maintenant à la connaissance de la réalité sensible, c'est-à-dire celle qui peut faire l'objet d'une connaissance empirique, d'une « expérience » au sens large. Pour cela nous repartons de la connaissance la plus simple, celle qui provient de notre perception directe du monde, et nous nous acheminons vers la connaissance scientifique.

1) Perception, sensation et jugement

S'il est un point sur lequel la plupart des philosophes occidentaux s'accordent, c'est sur le fait qu'il faut se méfier de la connaissance que nous délivre notre saisie sensorielle du monde : « les sens sont trompeurs » (c'est une formule de Malebranche, philosophe français du XVII° siècle). Un bouchon peut me sembler plus chaud qu'une paire de ciseaux, alors qu'ils sont de la même température ; un bâton plongé dans l'eau me semble brisé, etc. On peut évidemment y corréler toutes les « illusions d'optique », qui nous indiquant que nos sens nous conduisent vers des énoncés faux. Mais justement : est-ce l'*information* donnée par les sens qui est fausse, où la *conclusion* que l'on tire à partir de ces informations ? Pour Rousseau, il faut distinguer dans la **perception** ce qui est de l'ordre de la <u>sensation</u>, et ce qui est de l'ordre du <u>jugement</u>, c'est-à-dire de *l'interprétation* de la sensation par la pensée (par « l'entendement »). Ce que me disent mes sens n'est pas faux (l'image sensorielle du bâton est bel et bien brisée), mais mon jugement est erroné (le bâton n'est pas cassé). Pour faire en sorte que la perception ne nous trompe pas, ce ne sont donc pas mes sens dont je dois me méfier, mais bien de mon jugement. Mais est-il possible de dissocier sensation et jugement dans la perception ? La sensation est-elle antérieure au jugement, ou faut-il admettre que toute sensation est *déjà* interprétation ?

2) Perception et interprétation

On voit la difficulté qu'il y aurait à dissocier sensation et interprétation dans le cas de la sensation visuelle : est-il possible de « voir » une chose sans la situer *d'emblée* dans un espace tridimensionnel ? L'espace tridimensionnel est une construction de l'esprit : la réalité « n'a » pas trois dimensions, c'est nous qui construisons ce référentiel tridimensionnel du fait des caractéristiques de notre vision (binoculaire) ; il y a peu de chances qu'une mouche (yeux à facettes) ou une chauve-souris (sonar) voient le monde « en » 3 dimensions. Or il nous est sans doute impossible de faire abstraction de tout référentiel spatial pour « voir » quelque chose : la sensation est d'emblée, « toujours-déjà » inscrite dans un référentiel construit par la pensée : que serait une image visuelle qui ne se situerait ni dans un espace tridimensionnel, ni dans un espace à *n* dimensions ? Voir, c'est donc déjà interpréter : c'est inscrire nos sensations dans un référentiel mentalement élaboré.

Par ailleurs, il faut remettre en cause l'idée que la saisie du sens d'un signe sensoriel (son interprétation) est *postérieure* à la sensation. Lorsque j'entends quelqu'un qui parle dans ma langue, je *ne peux pas m'empêcher* de comprendre ce qu'il dit ; je ne peux pas « saisir les sons » sans effectuer simultanément le travail d'interprétation. Dissocier sensation et interprétation est ici encore impossible (cela vaut aussi pour l'écrit : si j'écris « MERCI ! », essayez de ne pas *lire*, mais seulement de voir. Voir, c'est « voir-comme » : c'est interpréter.

On peut en outre remarquer que cette interprétation de la sensation introduit dans la perception des choses qui, elles, ne sont pas directement accessibles à la sensation. Lorsque je vois quelqu'un qui se tord par terre en hurlant, je ne vois pas quelque chose que, ensuite, j'interprète comme le spectacle de quelqu'un qui doit avoir mal quelque part. Je vois quelqu'un *qui souffre* : c'est bien pour cela que le théâtre et le cinéma existent. Face à l'image sur l'écran, je sais très bien que celui qui se roule par terre en hurlant n'est qu'un acteur, et qu'en fait, il n'a pas « vraiment » mal ; mais cela n'empêche pas de trouver le spectacle d'une scène de torture insoutenable, car je *ne peux pas* dissocier la sensation visuelle de son interprétation.

Mais l'interprétation ne fait pas qu'enrichir la sensation : elle l'appauvrit également. Pour Bergson, nos sensations ne sont jamais neutres, elles sont « toujours-déjà » passées au crible de notre pensée, qui évacue du champ sensoriel tout ce qui ne présente aucune utilité. Je ne « vois » que ce qui est éclairé par mon attention, ce qui est identifié par mon esprit comme digne d'être vu. C'est ce qui explique que, face à une séquence vidéo dans laquelle on doit compter les passes que se font des joueurs de basket, on ne « voit » tout simplement pas l'ours qui fait du *moonwalk* au milieu des joueurs. Cette donnée n'étant pas identifiée par la conscience comme une donnée pertinente pour la tâche que nous avons à accomplir, elle est évacuée du champ de nos sensations, nous ne la « voyons » pas. Pour Bergson, l'homme est perpétuellement « affairé » dans le monde, il passe son temps à poursuivre des objectifs, des buts (ne serait-ce que ce but fondamental qu'est la survie) : et ce sont ces objectifs qui déterminent notre perception du monde, en évacuant de la sensation tout ce qui n'est pas mobilisable pour atteindre ces buts. Toute perception est donc déjà une sélection, une « réduction » de la sensation à ses seuls éléments utiles. Et il faut remarquer que, pour Bergson, cela ne vaut pas seulement pour la réalité extérieure : cela vaut aussi pour notre réalité intérieure : nous ne nous percevons nous-mêmes qu'à travers un filtre utilitaire qui ne « retient » que les données qui sont identifiées comme ayant une utilité pour l'un des buts que nous poursuivons (un peu à la manière dont, lors d'un conseil de classe, on ne « retient » de l'identité et de la personnalité d'un élève que les éléments qui sont pertinents pour l'élaboration de l'appréciation portée sur le bulletin ; ce qui est évidemment réducteur).

Mais Bergson va plus loin. Car le filtre le plus fondamental qui s'interpose entre le réel et notre perception du réel, c'est le *langage*. Notre perception de la réalité (extérieure et intérieure) aboutit dans la verbalisation de cette perception. Penser, c'est toujours « se dire », et toute perception du monde est déjà un processus de verbalisation de nos sensations. Percevoir le monde, c'est toujours le décrire avec les mots du langage. Or le langage est un filtre puissant, dans la mesure où les mots du langage ne désignent jamais des choses singulières (*cette* table, *cette* lumière, etc.) mais des « genres », c'est-à-dire des classes, des catégories d'objets. « Table » est un mot qui désigne l'ensemble des tables, abstraction faite de toutes leurs particularités, de toutes leurs singularités. Verbaliser une perception, c'est donc évacuer de notre « description » tout ce qui, précisément, est spécifique à cette perception, tout ce qui fait qu'elle est singulière, différente de toute autre. Or le langage joue un double rôle : d'une part il constitue le point d'aboutissement logique de toute perception du monde, et d'autre part c'est lui qui sert de support à la mémorisation. Le souvenir d'un événement repose sur la description verbale de cet événement (ce qui explique d'ailleurs que ce qui n'a jamais été dit, jamais verbalisé, disparaisse généralement de la mémoire — du moins en ce qui concerne la mémoire accessible à la conscience). De la multitude de sensations singulières que j'ai pu ressentir dans un instant privilégié, unique, ne seront « stockées » dans la mémoire que celles qui peuvent être appelées par une formule du type « j'ai vu un beau coucher de soleil »… Les mots du langage ne désignent toujours que ce qu'il y a de *commun* à plusieurs choses, mais aussi à plusieurs individus : car le langage se construit pour permettre aux hommes de communiquer : ce qui est absolument incommunicable, les sensations qui me sont propres, les expériences tout à fait singulières ne peuvent pas être pris en charge par le langage. Supposons que je sois le seul à avoir une sensation X, comment pourrait apparaître un mot désignant cette sensation ? Il ne servirait à rien, puisque personne (à part moi) ne pourrait comprendre le sens de ce mot : il y a donc peu de chances qu'il apparaisse dans les dictionnaires (ou alors il faudrait donner la définition suivante : « sensation X : sensation que ressent Monsieur Y quand il regarde la chose Z… ») Pour Bergson, le langage est donc un filtre entre nous et le réel : dans la mesure où nous n'accédons véritablement qu'aux sensations que l'on peut nommer, et dans la mesure où l'on ne peut nommer que ce qui est commun à plusieurs choses et compréhensible à plusieurs hommes, ce qu'il y a d'unique, de singulier dans toute expérience vécue tend à disparaître.

La sensation pure, brute, neutre, non interprétée n'est donc qu'une fiction théorique : toute sensation est *déjà* interprétation.

C) La connaissance rationnelle dans les sciences expérimentales

1) La méthode expérimentale : de l'induction à l'expérimentation

La méthode des sciences telles que la physique, la chimie ou la biologie (les sciences « de la nature ») a été théorisée au XIX° siècle par **Claude Bernard** : il s'agit de la méthode « expérimentale ». dans la démarche expérimentale, le scientifique commence par *observer* les phénomènes ; au sein de ces observations, il cherche à repérer des régularités, que ces régularités soient des ressemblances (l'événement A a toujours été suivi de l'événement B), ou des analogies (on passe de l'événement A à l'événement B en suivant une règle identique que celle qui permet de passer de B à C) ; il émet alors une hypothèse, fondée sur la généralisation des régularités (« A est toujours suivi de B »). Ces trois premières étapes définissent la méthode *inductive*, l'induction étant définie par le fait d'anticiper les événements futurs en supposant que ces événements obéiront aux mêmes règles que celles que l'on peut discerner par le passé (je vois A : j'anticipe B). Le scientifique prolonge cette démarche inductive (commune à tous les animaux, comme l'indique le cas de la vache qui anticipe qu'un contact avec la clôture électrifiée sera suivie d'une sensation désagréable, et donc ne s'en approche pas) en *imaginant* une expérience qui lui permettrait de *tester* la validité de son hypothèse ; il réalise ensuite cette expérience, et compare les résultats obtenus aux prévisions élaborées à partir de son hypothèse. Si les résultats sont conformes aux prévisions, l'hypothèse est confirmée, et devient une « théorie » ; si en revanche les résultats contredisent les prévisions, l'hypothèse est falsifiée : elle doit être abandonnée. C'est la totalité de cette démarche qui constitue la méthode des sciences en tant que démarche expérimentale.
L'idée à retenir est que l'observation de la réalité (l'expérience) est à la fois le point de départ et le point d'arrivée de la démarche : le scientifique ne peut donc jamais être un « théoricien » méditant de façon abstraite : il doit toujours être également un praticien, un expérimentateur concret. A l'inverse, l'observation n'est rien sans le *raisonnement*, qui permet d'élaborer des hypothèses et d'inventer des expériences-test : le scientifique ne peut donc jamais se contenter d'être un observateur passif, un enregistreur de résultats : il doit analyser, proposer, inventer : raisonner. Plus encore, <u>l'observation elle-même doit toujours être guidée par le raisonnement</u> ; pour Claude Bernard, « celui qui ne sait pas ce qu'il cherche ne comprend pas ce qu'il trouve ». Un scientifique qui ne lit pas ses observations à la lumière d'hypothèses ne saura pas interpréter ses observations. Un théoricien qui néglige l'observation des faits, un observateur qui s'abstient de raisonner sont donc deux aveugles : l'un raisonne dans le vide, l'autre observe sans rien voir. Avec Claude Bernard on peut donc dire que la démarche scientifique repose sur la synthèse de la *raison et de la perception*, du *raisonnement et de l'observation*, de la *théorie et de l'expérience.*

Claude Bernard s'oppose donc aussi bien à « l'empirisme » qu'au « rationalisme ». Pour les tenants du « rationalisme », les principes de la science doivent être atteints à l'aide d'un pur raisonnement ; la raison n'a pas besoin de prendre appui sur l'observation du réel pour établir les lois de la physique : elle peut les déduire de principes fondamentaux qui, eux-mêmes, de découlent pas de l'expérience. A titre d'exemple d'approche rationaliste, Descartes « déduit » le principe fondamental de la conservation de la quantité de mouvement (l'ancêtre de ce que nous appelons aujourd'hui conservation de l'énergie) du fait qu'il est absurde de penser que Dieu peut « ajouter » ou « enlever » du mouvement au sein du monde qu'il a créé (et que, pour Descartes, il continue à « faire exister » à chaque instant). Ce n'est pas par des expériences que Descartes élabore sa théorie physique : il cherche à déduire les lois de la mécanique d'un certain nombre de principes fondamentaux qui, comme les axiomes des mathématiques, ne sont pas tirés de l'observation. Et, peut-on ajouter, si les observations contredisent les observations… cela ne réfute pas la théorie ! La « vraie » physique n'est pas celle qui coïncide avec les résultats expérimentaux (la mécanique de Descartes ne coïncide pas avec ce que l'on observe, par exemple, en jouant avec un boulier de Newton) ; la vraie physique, c'est celle dont les lois sont tirées par déduction logique d'un ensemble d'axiomes de départ qui sont évidents. La science apparaît alors comme une démarche strictement rationnelle, sans que le raison ait besoin de prendre appui sur l'expérience.
A l'inverse, pour les tenants de « l'empirisme », la science ne consiste qu'à regrouper et résumer des régularités que l'on a observées. Le travail scientifique consiste à recenser les résultats d'observation, à les classer, à les regrouper, l'idée étant que tout ce qui n'a pas été directement observé reste radicalement incertain. On voit ici que l'expérience joue le rôle clé, le raisonnement n'ayant qu'un rôle subalterne de regroupement et de classification des observations.
Pour Claude Bernard, les deux approches sont erronées ; le rationalisme n'aboutit qu'à la construction de « systèmes » théoriques qui, ne subissant pas l'épreuve de l'expérience, n'étant pas confrontés à l'observation du réel, n'ont aucune valeur scientifique. C'est bien sur l'expérience que le scientifique doit prendre appui pour formuler ses hypothèses théoriques, et c'et encore l'expérience qui doit lui permettre de *tester* la validité de ces hypothèses. Le théoricien pur est un « bâtisseur de systèmes », une sorte de rêveur logique qui construit des théories « possibles », mais qui ne nous enseigne rien sur le réel.
A l'inverse, l'empiriste est, pour Claude Bernard, une sorte de compilateur aveugle : dans la mesure où il ne prend pas appui sur des hypothèses théoriques pour *lire* ses observations, pour interpréter ses résultats, il est incapable de voir ce que ses observations lui livrent d'intéressant. Et dans la mesure où il ne fait qu'enregistrer des faits, il est incapable de construire, d'inventer, d'imaginer des hypothèses générales qu'il pourrait ensuite tester en laboratoire. Si le rationaliste est un bâtisseur de systèmes, l'empiriste est un compilateur de faits : ni l'un ni l'autre ne sont, pour Claude Bernard, des scientifiques.
Le scientifique véritable est celui qui articule rationalisme et empirisme dans une démarche globale, qui élabore ses hypothèses théoriques à partir de l'expérience et qui lit ses expériences à la lumière de ses hypothèses théoriques, qui invente des expériences à partir de ses hypothèses et qui teste ses hypothèses par ces expériences.

2) Vérité et falsifiabilité

Peut-on admettre qu'une hypothèse dont les prévisions ont été validées par les tests expérimentaux (une théorie) peut être considérée comme définitivement *vérifiée*, à l'image des énoncés mathématiques ? Non : le théoricien des sciences **Karl Popper** a en effet mis en lumière le fait que, dans la mesure où il est *impossible de réaliser toutes les expériences possibles*, on doit toujours garder à l'esprit qu'un jour, une expérience inédite peut venir contredire l'hypothèse. Une expérience peut bien montrer qu'une hypothèse est fausse, si ses résultats contredisent les prévisions de l'hypothèse ; mais elle ne peut jamais montrer que l'hypothèse est vraie, car il subsiste un nombre infini d'expériences qui n'ont pas encore été réalisées et dont les résultats pourraient, peut-être, contredire les prévisions. Selon Popper, on peut donc dire qu'une théorie scientifique est *falsifiable* (une expérience peut démontrer qu'elle est fausse), mais non *vérifiable* (aucune expérience ne peut démontrer qu'elle est définitivement vraie). Dans les sciences expérimentales, il n'y a donc pas de théories « vraies », mais des théories qu'aucune expérience n'est (encore) venue falsifier : des théories « provisoirement valides ».

Pour Popper, ce caractère « falsifiable » des énoncés est par ailleurs ce qui permet de reconnaître un énoncé scientifique d'un énoncé qui ne l'est pas. Que serait une hypothèse infalsifiable ? Dans la mesure où il est toujours impossible de prévoir avec une certitude absolue le résultat d'une expérience inédite, une hypothèse infalsifiable serait une hypothèse dont les prévisions seraient compatibles avec *n'importe quel* résultat de l'expérience. Il s'agirait donc d'hypothèses dont les prévisions pourraient être considérées comme validées par les résultats expérimentaux… quels que soient ces résultats ! En d'autres termes, il s'agirait d'hypothèses qui ne permettent d'effectuer *aucune* prévision. Or le propre d'une hypothèse scientifique est d'*expliquer* et de *prévoir* les phénomènes, et c'est en confrontant les prévisions avec les résultats expérimentaux que l'on teste la validité de l'hypothèse. <u>Une hypothèse infalsifiable, qui ne permet aucune prévision, n'est donc *pas* une hypothèse scientifique</u>.

Dans ces hypothèses pseudo-scientifiques, on peut ranger trois catégories d'énoncés.

a) Les énoncés de l'astrologie. On peut toujours considérer que les prévisions d'un horoscope ont été « validées » par les événements de la journée, du fait du caractère vague et général des énoncés : un horoscope est donc « infalsifiable », non-scientifique.

b) Les énoncés de la psychanalyse [c'est la véritable cible des attaques de Popper] ; comment démontrer à un psychanalyste qui nous dit que nous sommes en proie à des pulsions homosexuelles refoulées qu'il a tort ? Si nous l'admettons, son hypothèse peut être considérée comme confirmée ; mais si nous démentons vigoureusement, il peut tout à fait interpréter cette réaction comme le signe qu'il a vu juste, et que nous nous débattons furieusement pour ne pas admettre ce que, justement, nous ne voulons pas voir : confirmation de l'hypothèse. Le seul moyen de falsifier l'hypothèse du psychanalyste serait « d'ouvrir » le psychisme pour « observer » les pulsions inconscientes ; or, par définition, une pulsion refoulée (inconsciente) ne saurait être observée. Il est donc impossible de démontrer au psychanalyste que son hypothèse est fausse : cette hypothèse est infalsifiable, elle est, pour Popper, non-scientifique.

c) Les énoncés des sciences économiques et sociales [que Popper « vise » beaucoup moins]. Supposons qu'un économiste émette une hypothèse à partir de laquelle il prévoit que les prix du pétrole baisseront dans le mois à venir ; s'ils baissent, il peut considérer que son hypothèse est validée ; s'ils montent, *il peut tout de même considérer* que son hypothèse de travail est valide, mais que des événements « parasites », qu'il n'avait pas pris en compte dans ses prévisions, sont intervenus (typhon en Floride, intensification des conflits au Proche Orient…) Une telle stratégie est impossible pour le physicien, dont les expériences doivent être effectuées *en laboratoire*, c'est-à-dire dans un espace au sein duquel n'interviennent *que* les facteurs qu'il a pris en compte (un laboratoire est un espace dont ont été évacués tous les facteurs parasites). Mais il est impossible de construire un laboratoire dans les sciences économiques et sociales : on ne cultive pas les humains en milieu stérile, sans conflits, sans typhons, etc. Par conséquent, l'échec des prévisions peut être expliqué, non par l'invalidité de l'hypothèse de travail, mais par l'intervention de facteurs parasites. L'hypothèse, infalsifiable, n'est donc pas « scientifique » au même titre que ses consœurs expérimentales.

3) falsifiabilité et histoire des sciences

On peut illustrer la thèse de Popper par l'histoire des sciences. Conformément à ce que voulait Popper, l'histoire des sciences n'évolue pas comme l'histoire des mathématiques. L'histoire des mathématiques procède par extension, par enrichissement perpétuel. Les théorèmes démontrés ne sont jamais réfutés (ou alors c'est que leur démonstration était fausse, ce qui est assez rare), et les nouveaux théorèmes viennent s'y *ajouter*. Notre savoir mathématique actuel, c'est le savoir mathématique de l'Antiquité, + le savoir mathématique du Moyen-Âge, + le savoir mathématique moderne, etc. L'histoire des mathématiques procède donc par accumulation.

Dans le domaine de l'histoire des sciences de la nature, ce n'est plus le cas. Conformément à ce que nous indiquait Popper, le principal moteur de l'histoire des sciences, ce n'est pas la démonstration de nouvelles théories, *c'est la réfutation des hypothèses que l'on avait jusque là considérées comme valides*. Ce qui fait progresser l'histoire des sciences, c'est qu'une nouvelle observation vient contredire une ancienne théorie, dont il va falloir proposer une rectification, qui elle-même sera un jour falsifiée, etc. Pour Popper, une expérience scientifique vraiment intéressante n'est pas une expérience qui apporte une *n*ième confirmation à une vénérable théorie, ce n'est pas non plus la formulation d'une nouvelle hypothèse. Ce qui est vraiment intéressant scientifiquement, c'est une observation qui vient *contredire* une théorie considérée depuis longtemps comme absolument vraie. *Voilà* qui donne à réfléchir…

Cela signifie-t-il qu'une théorie sera immédiatement abandonnée, dès qu'une expérience viendra remettre en cause les prévisions que l'on peut établir sur la base de cette théorie ? Non. Comme l'explique Thomas Kuhn, la « vénérable théorie » en question ne sera pas aussitôt abandonnée : elle ne le sera pas tant qu'une nouvelle génération de scientifiques n'aura pas une « meilleure » théorie à proposer (il n'est d'ailleurs pas sûr, pour Kuhn, que l'ancienne génération s'accordera à reconnaître la nouvelle théorie : l'exemple d'Einstein, qui n'a jamais accepté le principe « probabiliste » de la mécanique quantique, nous l'indique).

Pour Kuhn, l'histoire des sciences ne progresse pas de façon linéaire, pas un processus de rectification perpétuelle des hypothèses. L'histoire des sciences est comme l'histoire politique : elle fonctionne par crises et par révolutions. Il y a « crise » scientifique lorsque les « énigmes » qui se posent au sein d'un modèle théorique commencent à proliférer : d'une ou deux observations inexplicables, on passe à tout un faisceau d'observations qui contredisent les prévisions. Et il y a « révolution » lorsque l'ancien modèle théorique s'effondre, laissant la lace à un nouveau modèle, fondé sur de nouveaux principes, incompatibles avec les principes du précédent. Ce nouveau modèle connaîtra une période de gloire, durant laquelle la recherche mettra au jour une foule de nouvelles lois, fondées sur de nouvelles observations… avant d'entrer, lui aussi, un beau jour, en crise.

C'est pourquoi le savoir scientifique actuel n'est (absolument) pas le savoir antique 6+ le savoir du Moyen-Âge + le savoir moderne ; ce n'est pas non plus le savoir antique « rectifié » et enrichi par le savoir médiéval puis moderne. Les « physiciens » de l'Antiquité raisonnaient à partir de principes que nous avons aujourd'hui totalement abandonnés et que nous ne *comprenons* plus, pas plus qu'ils ne comprendraient les nôtres. (Nous avons vu que, pour Epicure, tout l'univers était constitué d'atomes… mais qu'il existait des atomes d'âme !) L'histoire des sciences est donc l'histoire des « catastrophes » scientifiques, histoire au cours desquelles se succèdent des discours fondés sur des principes incompatibles ; en cela, elle ressemble beaucoup à l'histoire politique…

<u>Appendice</u> : Une illustration de l'articulation entre théorie et expérience : la révolution copernicienne

On peut illustrer ce dialogue nécessaire entre les hypothèses théoriques du scientifique et des observations factuelles par le cours de la « révolution copernicienne »qui s'étend du XVI° siècle (avec Copernic) au XVII° siècle (avec Tycho Brahé, Kepler, Galilée et Newton). En schématisant un peu, on pourrait dire de Copernic qu'il est très proche d'un « rationalisme », si l'on précise immédiatement que son rationalisme à lui prend appui sur des principes fondamentaux qui, s'ils ne sont pas tirés de l'expérience, ne sont pas non plus tirés de la seule « raison » : les principes fondamentaux qui dirigent la démarche de Copernic sont avant tout des principes théologiques : si le soleil doit être au centre, c'est d'abord parce qu'il est absolument *logique* qu'il soit au centre, puisqu'il est l'astre divin par excellence. Ce ne sont pas les observations (Copernic n'en a presque jamais fait, il ne s'est presque servi que des observations établies par les astronomes grecs de l'Antiquité) qui guident Copernic, et ce ne sont pas non plus elles qui « testent » la validité de son système. En réalité, le système héliocentrique de Copernic correspond *encore moins* aux observations que le système géocentrique de Ptolémée (quand on l'accompagne de toutes les « améliorations » que lui avaient apporté les astronomes médiévaux).

En revanche, le personnage suivant, Tycho Brahé, ressemble beaucoup à un « empiriste » : cet astronome danois a passé sa vie à accumuler des observations, à inventer et construire des appareils de mesure, qui ont totalement révolutionné l'observation du ciel. Mais Tycho Brahé n'a jamais construit de véritable système sur la base de ses observations. Il a certes *réfuté* un certains nombre d'hypothèses, notamment par son observation des comètes, qui lui ont permis (1) de détruire l'idée selon laquelle les planètes seraient fixées sur des sphères, comme des diamants sont sertis sur des anneaux , et (2) de détruire la croyance selon laquelle le domaine des cieux, au-delà de la lune, était parfaitement immuable. Les comètes apparaissent bien dans le domaine supra-lunaire (donc des choses apparaissent et disparaissent, même dans les cieux), et leur trajectoire indique qu'elles passent allègrement au travers de ces prétendues « sphères », lesquelles n'existent donc pas. Mais Tycho Brahé n'a pas synthétisé ses observations dans une théorie globale ; il en a bien produit une (une sorte de mélange de géocentrisme et d'héliocentrisme, dans lequel le soleil tourne autour de la terre, mais les autres planètes tournent autour du soleil), mais il ne l'a pas tirée de ses observations, et il ne l'a pas confrontée à ses observations (le système de Tycho est donc le versant « rationaliste » de sa pratique).

Celui qui articulera les deux approches, qui confrontera l'hypothèse copernicienne aux observations de Tycho et construira la véritable théorie scientifique héliocentrique, c'est Kepler. Kepler partage avec Copernic la conviction (qui n'est pas tirée de l'observation) selon laquelle le soleil *doit* être au centre. Il est l'astre divin, la lumière de la création, pour ainsi dire le « dieu visible » : il doit donc être au centre. Mais il veut construire un système théorique qui coïncide avec les observations de Tycho : pour Kepler, si la théorie ne correspond pas avec les observations, c'est qu'elle est fausse. Kepler est donc celui qui part d'hypothèses théoriques pour lire les observations, et qui en retour soumet ces hypothèses à l'épreuve des observations : il est le scientifique accompli.

Ce dialogue entre théorie et observation s'illustre dans tous les domaines de la pensée astronomique de Kepler. Kepler est le premier à avoir réussi à donner une formulation mathématique de la trajectoire des planètes (autour du soleil, donc) : il est le premier à avoir donné *l'équation* de cette trajectoire. Mais s'il a trouvé cette équation, c'est parce qu'il partait du principe (religieux) selon lequel Dieu étant absolument parfait, le mouvement des planètes *devait* être un mouvement parfait et — donc — mathématique ; pour Kepler, Dieu étant harmonie, la création est nécessairement harmonieuse ; et son travail à lui consiste à retrouver dans le mouvement et la position des astres les rapports mathématiques qui fondent l'harmonie musicale. Le Dieu chrétien n'a pas pu créer un monde dans lequel les astres se déplacent de façon chaotique, sans ordre ni harmonie ; la danse des planètes doit être réglée « comme du papier à musique » pourrait-on dire, c'est-à-dire qu'elle doit suivre un ordre mathématique qui en garantisse l'équilibre et la grâce. A cet égard, il est intéressant de noter que l'une des grandes œuvres de Kepler, *L'harmonie du monde*, est un entrelacement de considérations astronomiques, de calculs mathématiques et de partitions musicales.

Ce sont donc des principes théologiques qui ont guidé le travail de Kepler sur les observations de Tycho, et qui lui ont permis de retrouver l'équation mathématique qui régissait le mouvement des planètes ; sans cette perspective, les données de Tycho seraient restées muettes, il aurait été impossible d'y trouver un ordre.

A l'inverse, l'épreuve des observations a obligé Kepler à renoncer à des hypothèses qui lui étaient très chères. Pour Kepler, la figure parfaite, c'est le cercle. Dieu est une sphère, notre âme est un cercle, le cercle contient en lui toutes les vérités mathématiques, etc. Et portant, l'analyse des observations de Tycho l'oblige (après beaucoup de tentatives) à reconnaître que les trajectoires des planètes… ne sont pas circulaires. Ce sont bien ici les observations expérimentales qui contraignent le scientifique à rectifier son hypothèse. Et Kepler est fort désemparé de voir que l'orbite des planètes est… elliptique ; le soleil n'occupe que l'*un* des centres de l'ellipse.

La découverte de l'orbite des planètes par Kepler est donc une magnifique illustration du dialogue entre pensée et observation ; si Kepler découvre l'équation mathématique qui régit le mouvement des planètes, c'est parce qu'il y est poussé par sa foi dans le caractère hamonieux de la Création, par des considérations religieuses qui le conduisent et lui permettent de discerner *l'ordre* mathématique derrière le chaos apparent des données. Mais s'il parvient à trouver cette équation, c'est aussi parce qu'il a accepté de soumettre ses hypothèses théoriques aux observations, de renoncer à la belle trajectoire circulaire pour une (moins belle) trajectoire elliptique, seule compatible avec les données de l'observation. En ce sens, Kepler peut bien être considéré comme l'un des premiers scientifiques de l'époque moderne.