



Quasar 95

UNE INTRODUCTION A LA PHILOSOPHIE DES SCIENCES

Gérard DEBIONNE

Présentation, le 16 novembre 2007

Sommaire

1.	Introduction à un vaste sujet :	2
2.	Quelques questions d'épistémologie.....	2
2.1	Définition de l'épistémologie.....	2
2.2	C'est une bonne question, merci de l'avoir posé !	3
2.3	Le raisonnement scientifique.	5
2.3.1	Le raisonnement finaliste :	5
2.3.2	Le cartésianisme.....	6
2.3.3	Les raisonnements « anthropiques »	7
2.4	Evolutions modernes de la méthode scientifique:.....	7
3.	L'évolution historique de la pensée scientifique.....	8
3.1	La place de l'astronomie dans l'évolution de la pensée.....	8
3.2	Les philosophes grecs :	8
3.3	La « Renaissance des sciences » en Europe :	9
3.4	Les « lumières » : de D'Alembert à Lagrange	11
3.5	Le rôle singulier de Laplace.....	11
3.6	Le scientisme du 19 ^{ème} siècle :	11
3.7	Quelques questions modernes :	12

1. Introduction à un vaste sujet :

Des centaines d'ouvrages ont été écrits sur la philosophie des sciences. De nombreux philosophes, anciens ou modernes en ont même fait une spécialité... C'est dire si le sujet est vaste. N'est-il donc pas présomptueux de vouloir le traiter en à peine deux heures un tel sujet. En effet, dans le même esprit, on pourrait aussi imaginer un exposé de deux heures intitulé *l'astronomie* ou encore *l'histoire de l'humanité*...

Une telle généralité risque à l'évidence de mener à une dilution du sujet qui lui ôte toute substance ! Que faire ? Des choix bien sûr, on ne traitera pas le sujet dans son intégralité mais on se contentera d'en l'effleurer quelques aspects, en un mot se contenter d'une introduction au sujet.

Dans une première partie, on donnera quelques pistes sur les questions qu'aborde l'épistémologie, c'est-à-dire la théorie de la connaissance. Dans une seconde partie, on examinera l'évolution des idées qui a accompagné ou précédé les grandes découvertes de la science.

Pour réduire l'étendue du sujet, on aurait aussi pu limiter les domaines scientifiques sur lesquels se pose le regard du philosophe. Ainsi, j'orienterai la seconde partie de cet exposé plus particulièrement vers les sciences « dures ». Parmi ces sciences dites « dures », on aurait aussi pu restreindre encore le choix et se limiter à l'astronomie... Ce serait dommage car cela masquerait le rôle moteur tout à fait essentiel qu'a eu l'astronomie dans l'épanouissement de la science occidentale à partir de la *Renaissance*.

2. Quelques questions d'épistémologie

2.1 Définition de l'épistémologie

L'épistémologie est littéralement la science qui tente de faire la « la théorie de la connaissance ». C'est Ampère vers 1850 qui le premier a introduit le concept de « Philosophie des Sciences ». Outre-manche, vers la même époque, on a introduit le terme *epistemology* qui englobe la théorie *de tous les savoirs* et pas seulement des sciences. En repassant la Manche, le mot est devenu plus spécifique puisqu'il correspond grossièrement à la « Philosophie des Sciences », excluant notamment tout ce qui relève de la psychologie ou de la sociologie dans l'acquisition des savoirs.

On n'abordera donc pas ici l'ensemble des questions épistémologiques liées à la connaissance, mais on tentera au moins de citer les questions qui font ou ont fait débat.

Parmi les questions qui relèvent de l'épistémologie, on peut citer en vrac :

- Qu'est-ce que la *science* ?
- Que signifie *comprendre* une loi ou un phénomène ?
- Qu'est-ce qu'une *preuve*, une *expérience de pensée* ?
- Qu'est-ce qu'un *fait* ?
- Qu'est-ce qu'une *théorie* ?
- Qu'est-ce que la *logique* en science, qu'est-ce qu'un *raisonnement scientifique* ?
- La nature est-elle *connaissable* ?
- Qu'est-ce que la *réalité* ?
- La science doit-elle répondre à la question *pourquoi* ou doit-elle se limiter à la question *comment* ?

Dans ce qui suit, on n'abordera pas tous ces sujets qui sont parfois délicats et on se focalisera essentiellement sur le (ou les) raisonnement scientifique. Dans une autre section on abordera le raisonnement scientifique sous un autre angle, plus historique, celui de son évolution à travers les siècles.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il est fondamental de comprendre que l'épistémologie pose beaucoup de questions et qu'elle peut avoir pour une même question aucune ou plusieurs réponses. Dans ce sens, le simple fait de voir qu'il y a ici ou là une *vraie question* est déjà un enrichissement même si l'on n'a pas de réponse sure et définitive.

2.2 C'est une bonne question, merci de l'avoir posé !

Avant d'aborder la question « centrale » du raisonnement scientifique, il faut apporter quelques réponses simples à la liste des sujets évoqués ce, pour montrer que ces questions ne sont pas aussi simples qu'elles le paraissent.

Pour cela, remarquons tout d'abord que les termes employés sont tous très simples et qu'ils ont une valeur universelle dans la mesure où ils ont des équivalents dans toutes les langues et pourraient très bien être discutés en anglais, espagnol ou italien.

Chacun de ces mots a donc un sens courant (que chacun connaît) mais est aussi utilisé dans le langage scientifique et a donc besoin d'être précisé, notamment en physique moderne qui remet en cause les notions d'espace et de temps ainsi que certaines explications ou habitudes de pensée qui nous paraissent pourtant totalement inattaquables.

Prenons quelques exemples parmi les termes cités plus haut. :

Qu'est-ce que la science ?

La *science* est l'une des nombreuses activités intellectuelles auxquelles l'Homme¹ s'adonne, mais elle n'est pas la seule, il y a l'art, la religion la philosophie, l'organisation de la société, l'ésotérisme et bien d'autres. Si chacune de ces activités est caractérisée par une certaine conviction dans la pratique, on peut se demander ce qui distingue l'activité scientifique des autres *activités intellectuelles*. La question est vaste. Si l'on sait énumérer les caractéristiques fondamentales de cette activité telle que *l'universalité*, *l'unité* ou le recours à la *rationalité*, il est plus délicat de statuer sur son caractère social, c'est-à-dire de dire pourquoi elle s'est développée à certaines époques et pas à d'autre ou encore dans certaines sociétés et pas dans d'autres.

Au-delà du caractère universel de la science (il n'existe pas de science espagnole ou polonaise !), On peut remarquer que la science met toujours en avant la notion de *progrès* dans la compréhension de l'univers, *l'accord entre les idées (ou théories) et l'observation* ou encore la *cohérence entre le savoir acquis et les faits nouveaux*. Par ailleurs, la science se construit tel un édifice, c'est-à-dire « pierre par pierre » et procède parfois par grande rupture lorsque des faits irréfutables contredisent la doctrine admise.

Que signifie comprendre ?

Dans le langage courant, ce mot a déjà plusieurs sens. Pour en débattre, considérons les petits dialogues suivants :

Cas 1	- Depuis que j'ai perdu mon petit chat, je suis très malheureuse ! - Ah comme je te comprends !	-
Cas 2	- Pour aller chez Jean, tu prends la A6 , tu fais environ 60 km et c'est la sortie numéro 12 - OK j' ai compris	
Cas 3	- Expliques-moi comment un dérailleur peut aider à monter une côte en vélo ? - C'est très simple, c'est le même principe que le levier. Sans levier, tu peux tout juste soulever 50 kg, avec un levier, tu peux soulever plus de 100 kg avec la même force. Les engrenages des pignons du vélo fonctionnent comme de petits leviers. - Ah oui, je vois ce que tu veux dire, j'ai déjà utilisé un levier, c'est très pratique... Pour le vélo, ça doit être pareil... j' ai compris !	
Cas 4	- Dis-moi Monsieur, comment ça marche la gravitation ? - C'est simple, il y a une force d'attraction en $1/R^2$ où R est la distance des corps et la force est aussi proportionnelle aux 2 masses. - Ok, je comprends , après tout, la formule est très simple ...	

- Clairement, dans le cas 1, il s'agit de l'expression d'un sentiment de compassion, mais ce sentiment fait référence à une *expérience antérieure*.

¹ Dans tout ce texte, un écrit Homme et non pas homme, il s'agit bien-sûr d'un représentant (homme ou femme) du genre humain.

- Dans le cas 2, Le mot comprendre signifie simplement ‘*J’ai bien mémorisé ce que tu m’as dit et je peux l’appliquer*’. Il n’y a aucun « mécanisme » à décortiquer pour utiliser l’information donnée.
- Le cas 3 est typique d’un mécanisme un peu complexe (concret ou abstrait) que l’on *comprend* par analogie avec un mécanisme plus simple que l’on a expérimenté soi-même.
- Le cas 4 est le plus intéressant car le plus moderne... Il marque une nette évolution dans l’utilisation du terme « **comprendre** ». Dans ce cas, la *compréhension* revient à admettre une loi mathématique qui décrit parfaitement le phénomène. Le mécanisme d’accort mental qui s’appelle *compréhension* est en fait remplacé par la *capacité à utiliser* le langage mathématique, c’est à dire c’est à dire l’aisance dans l’usage de ce langage qui induit une *adhésion* au résultat. Il faut savoir qu’en son temps, le grand Huygens à refusé cette explication simplement parce qu’il attendait une sorte d’explication mécaniste telle que celle du cas 3. Curieusement, quelques siècles plus tard, Einstein en donnant une explication purement géométrique a en quelque sorte « ruiné » l’explication de Newton en montrant qu’on pouvait expliquer les choses autrement, c’est-à-dire que Newton n’avait rien *expliqué*, mais seulement fournis un *outil prédictif*. Autrement dit, on peut aujourd’hui se demander s’il est possible de *comprendre* au sens élémentaire du terme ce qu’est la gravitation... On y reviendra plus loin.

La nature est-elle connaissable ?

Cette question est relativement moderne et a surgit dans la première moitié du 20^{ème} siècle. En fait, le problème est double... Toute la science accumulée jusqu’à la fin du 19^{ème} siècle avait mis en place de façon plus ou moins implicite les 2 règles suivantes :

- Tout phénomène physique est mesurable et il est toujours possible de minimiser l’effet de l’appareil de mesure sur le résultat.
- Même si l’on ne connaît pas une grandeur, (par exemple la position de Mercure il y a 2 milliards d’années), cette grandeur a une valeur bien précise (mais inconnue).

Ces deux règles, certaines au 19^{ème} siècle, allaient voler en éclats avec l’apparition de la physique quantique dans laquelle on ne calcule plus des choses certaines mais seulement des probabilités pour que les choses se passent de telle ou telle façon.

Il résulte de ces nouvelles règles de fonctionnement de l’infiniment petit qu’une question telle que :

Quelle était la position de l’unique électron d’un atome d’hydrogène à 12,000 Heures.

N’as tout simplement pas de sens. On dit que la position de l’électron n’est pas « connaissable ». Au-delà de l’infiniment petit, il est probable qu’il existe d’autres domaines de la physique qui sont « non connaissable », parfois à cause d’un comportement *chaotique*. On peut citer comme candidat potentiel, la question de l’avant big bang. Pour les scientifiques et les philosophes, le débat sur le caractère connaissable de la nature est loin d’être tranché. En effet, malgré les immenses succès de la mécanique quantique, de nombreux physiciens pensent encore qu’il existe des *variables cachés* qui rendent l’infiniment petit (provisoirement ?) *non connaissables*.

Quant aux philosophes, beaucoup pensent comme J. Guiton que :

« Ce que nous appelons le hasard n’est que notre incapacité à comprendre un degré d’ordre supérieur ».

Qu’est-ce que la réalité ?

Encore une belle question, souvent discutée par les philosophes à toutes les époques. En fait c’est la relation entre la nature et la représentation que s’en fait l’homme qui est en question. En effet, il est assez facile d’imaginer un univers dans lequel des êtres pensants très différents de nous seraient apparus. A partir de là, on peut aisément imaginer qu’ils aient donné une autre représentation du même monde. Cette interrogation débouche directement sur la relation qui peut exister entre le monde physique et la représentation que nous en avons et que nous nommons *réalité*. De nombreux philosophes et notamment Berkeley et Locke ont discuté cette notion de réalité avec des thèses fort différentes.

Par ailleurs, certains modèles mathématiques semblent tellement « coller » parfaitement à la réalité telle que nous la décrivons qu’on peut se demander s’ils font parti du « grand tout » (l’univers) ou s’ils sont notre création. Donnons une illustration simple de ce type de questionnement :

2.3 Le raisonnement scientifique.

Dire que le *raisonnement* est un ingrédient essentiel dans le développement des sciences est une évidence. Toutefois, à y regarder de plus près, on a utilisé au cours des siècles plusieurs sortes de raisonnements.

Pour simplifier, on va présenter les deux principaux types de raisonnement, à savoir le raisonnement dit « finaliste » et le raisonnement cartésien. Pour tous les beaux esprits, le temps du raisonnement finaliste est bien révolu, remplacé par le raisonnement qui se veut moderne et qu'on appelle « cartésien » en hommage au regretté **René Descartes**.

Quelle est la différence entre ces deux points de vue ?

Et d'abord, qu'est-ce que la finalité ?

2.3.1 Le raisonnement finaliste :

Dans son sens le plus courant, la finalité signifie « ce en vue de quoi » une chose est faite. La finalité a tout son sens dans le domaine technique où les objets fabriqués par l'Homme sont destinés à quelque *fin*. De même en répondant à la question « *Pourquoi as-tu fais cela* », nous répondons en donnant la *cause finale*, c'est-à-dire l'intension qui a présidé à notre acte. Peut-on transposer aux phénomènes physiques ce type d'explication ? La question est délicate !

Lorsqu'on a tout épuré, il reste comme différence profonde entre finalité et cartésianisme, c'est l'ordre dans lesquelles apparaissent les causes et leurs conséquences lorsqu'on explique un phénomène... Prenons un exemple simple, et pour cela, faisons un grand saut de 4 siècles dans le passé... C'est l'été et deux jeunes enfants regardent les nuages. Le plus jeune demande à l'ainé :

- *A ton avis, pourquoi y-a-t-il des nuages dans le ciel ?*

L'ainé réfléchit un peu, se gratte la tête puis dit :

- *A vrai dire, j'en sais trop rien, mais il paraît que le monsieur qui habite dans la grande maison près de la rivière est un grand savant et j'irai lui poser la question.*
- *Ah oui, il s'appelle René Descartes, mon père m'a parlé de lui. Mais pour les nuages je demanderais à mon père ça ira plus vite...*

Ainsi fut fait et les enfants reçurent les réponses suivantes :

Réponse (finaliste) du père :	Réponse (cartésienne) de René Descartes
<i>Mon fils, il y a des nuages pour faire pleuvoir. Grace à cette pluie, les champs sont arrosés et des plantes peuvent pousser et ainsi, les Hommes peuvent se nourrir, en somme, grâce aux nuages.</i>	<i>Mon garçon, il y a des nuages car l'air contient de la vapeur d'eau et lorsque la température de l'air diminue, la vapeur d'eau se condense en fines gouttelettes, qui forment le nuage. Le nuage reste à une certaine altitude car la température de l'air varie avec l'altitude etc ... etc</i>

Bien entendu, dans l'explication finaliste du père transparait la *main de Dieu*. Pour l'Homme moderne, cet exemple naïf nous fait évidemment pencher en faveur du raisonnement cartésien car on imagine fort bien une planète sans Hommes mais néanmoins avec des nuages... Et derrière tout cela, la question de l'unité de la vérité.

Historiquement, à partir de 17^{ème} siècle, sous l'effet des sciences dites « dures », la question des causes finales est déplacée du *monde physique* au *monde du vivant*.

Pour **Kant**, si les phénomènes physiques peuvent être expliqués de façon purement mécanique par leurs causes et par les lois (ou modèles) mathématiques, on ne peut pas se passer d'explications théologiques, c'est-à-dire finalistes pour expliquer le vivant.

Kant : « *Il est absurde d'espérer un jour comprendre la simple production d'un brin d'herbe selon les lois de la nature qu'aucune intension n'a ordonnée* »

On aurait pu alors imaginer, sans pour autant en comprendre la raison qu'il faille expliquer le vivant de façon finaliste et l'inerte de façon cartésienne. Le temps a passé et le débat n'est pas clos. Les exemples qui vont suivre et qui ne concernent pas le vivant montrent que les choses ne sont pas aussi simples...

La finalité en physique moderne :

Sans entrer dans des considérations théoriques délicates, il est bon de rappeler que beaucoup de grandes lois physiques peuvent être déduites du

Principe de moindre action.

Ainsi, les équations du mouvement d'un corps peuvent déduites soit,

- des équations de la mécanique (déterministes et donc cartésiennes)
- de la minimisation d'une grandeur appelée l'action.

Ce principe de moindre action se retrouve aussi sous la formule simple :

La nature est économe.

Une application bien connue est le principe de la réfraction de la lumière. La lumière semble aller d'un point A à un point B en traversant un dioptré dans le minimum de temps. Or au moment où les rayons s'incurvent au passage du dioptré, ils ne « savent pas encore » qu'ils vont atteindre le point B. Tout se passe donc comme si les lois de la physique se comportaient instantanément pour obtenir un résultat final « prévu » d'avance »... Troublant ! En fait, dans de nombreux cas, il convient d'analyser la formule « tout se passe comme si ... »

Ainsi, en mécanique, on peut prévoir le mouvement des corps en utilisant les équations classiques dites de Newton qui relèvent d'une démarche cartésienne mais aussi (et c'est souvent plus simple) les équations de Lagrange qui relèvent d'un principe de moindre action, donc en apparence d'un principe « finaliste ». Le lecteur familier de la mécanique sait que les équations de Lagrange se déduisent de celles de Newton et que par conséquent les deux approches sont équivalentes.

La finalité dans les sciences de la vie :

Sans vouloir traiter un sujet aussi vaste, on peut au moins prendre l'exemple du problème de l'évolution des espèces traité par le biologiste anglais Darwin. En apparence, Darwin dans sa théorie de l'évolution par la sélection des espèces, semble remplacer la finalité « traditionnelle », et donc religieuse, par un système de causalité physique. Cependant, la finalité demeure dans la question même de l'évolution des espèces, c'est-à-dire la *raison d'être de la sélection*. On notera toutefois que la démarche de Darwin si elle reste finaliste, change de niveau en faisant intervenir une masse importante d'observation.

Par ailleurs, et d'une façon plus générale, il est malaisé de comprendre pourquoi le vivant semble s'exclure d'une loi fondamentale de la physique de l'inerte, à savoir l'évolution systématique vers l'état de plus grand désordre.

2.3.2 Le cartésianisme

Aujourd'hui, on oppose essentiellement le *cartésianisme* aux *raisonnements finalistes*. En fait, lorsqu'au 17^{ème} siècle, sous l'impulsion de savants comme Descartes apparaît ce qu'on appellera plus tard le cartésianisme, cette doctrine s'oppose essentiellement à la tradition scholastique du moyen âge.

2.3.2.1 A quoi succède le cartésianisme ?

La scolastique médiévale est faite d'un mélange de référence à la culture grecque antique et d'enseignement religieux et se définit essentiellement comme le souci de subordonner toute vie intellectuelle à la vie religieuse. Il en résulte un système de pensée qui vise à accorder tout système de spéculations avec le dogme chrétien. C'est Thomas d'Aquin (1225-1274) qui tentera de concilier la philosophie d'Aristote et la pensée chrétienne. Clairement l'une des conséquences de ce système de pensée était de définir un certain nombre de *vérités* indépendamment de toute approche raisonnée ou expérimentale, puis d'ériger ces vérités en dogme, coupant la route à tout progrès scientifique tel qu'on l'entend aujourd'hui. Cette extrême rigidité explique évidemment les affrontements très vifs qui vont accompagner les progrès de l'astronomie, et notamment les procès fait à Galilée et Giordano Bruno.

2.3.2.2 Ce qui caractérise le cartésianisme.

On peut dire que cette doctrine repose sur les quelques principes simples suivants :

- L'Homme peut accéder à la connaissance par la raison en utilisant toutes les ressources de son intelligence.
- L'Homme est une « *substance pensante* », que Descartes résume dans son célèbre ***Je pense donc je suis***.
- L'Homme peut s'appuyer sur la raison seule et n'a pas besoin des « lumières de la foi » pour accéder à la connaissance.

Partant de ces principes, pour Descartes, toute la connaissance repose sur ce qu'il appelle une nouvelle « métaphysique » dans laquelle il inclut la morale. Par '*métaphysique*', il faut entendre à l'époque, '*système de pensée*'.

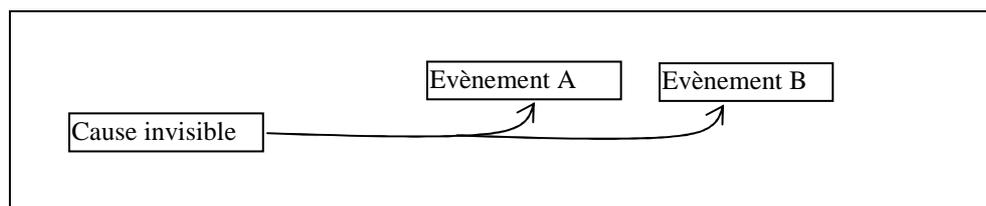
D'autres cartésiens incluront dans ces principes de base l'existence de Dieu. Pour Malebranche, le fait que l'Homme pense est une preuve de l'existence de Dieu.

En pratique, cette nouvelle philosophie va se diffuser à partir de la Hollande où Descartes vécut de 1628 à 1649.

Bien sûr, une telle rupture dans la méthode de pensée est énorme et cela fait débat. Beaucoup d'intellectuels de l'époque sont très attachés à leurs croyances religieuses et de nombreux esprits s'élèvent contre cette manière de voir qui réduit nécessairement le rôle de Dieu. Les idées vont donc continuer à évoluer, à la fois grâce aux découvertes des savants des 17 et 18^{ème} siècles, mais aussi par les idées de grands esprits universels tels que Leibniz ou Kant.

2.3.2.3 Le principe de causalité.

Ce principe déjà discuté par les grecs, fait partie intégrante du cartésianisme et il affirme que la cause doit précéder les conséquences. En fait, la causalité va plus loin et implique aussi l'existence d'un mécanisme qui fait passer de la cause à la conséquence.



Ainsi, il est possible qu'un évènement A soit toujours suivi d'un évènement B et que l'observateur ignore la cause invisible de A et B. L'observateur peut alors chercher (à tort) un lien de causalité directe entre A et B.

2.3.3 Les raisonnements « anthropiques »

On connaît le principe général des « explications anthropistes » :

Les choses sont ainsi et si elles ne l'étaient pas, nous ne serions pas là pour le constater.

Ce type de raisonnement est souvent invoqué lorsque les questions se déplacent du *comment* vers le *pourquoi*. Ainsi, en Physique moderne, on s'est souvent posé la question de l'extraordinaire équilibre de la matière à tous niveaux. En effet, il semble que cet équilibre ne soit possible que si certaines constantes fondamentales ont leurs valeurs actuelles. Le calcul montre que si l'on modifie légèrement les valeurs des constantes on rompt les équilibres fondamentaux.

2.4 **Evolutions modernes de la méthode scientifique:**

Les sciences dures (physique, chimie ...) ont longtemps suivi le même type d'évolution, on commence par rassembler des faits expérimentaux, puis on tente d'en tirer des lois. Généralement, on ne s'arrête pas là. Les sciences dures se veulent à la fois unificatrices et recherchent des modèles axiomatiques. L'exemple le plus classique est celui de l'électricité et de l'optique. Les premières réflexions sur l'optique remontent aux grecs avec notamment les travaux d'Euclide. Ensuite, des dizaines de savants ont apporté leur pierre à l'édifice, de Newton à Descartes en passant par Fermat... C'est ainsi que l'on disposait au début du 19^{ème} siècle d'un vaste ensemble de règles, de propriétés et de théorèmes épars. Le cheminement de l'électricité est comparable

même si les premiers travaux sont plus récents. C'est seulement vers la fin du 19^{ème} siècle qu'un physicien anglais, Maxwell, montra que l'on pouvait ramener l'optique et l'électricité à une seule discipline qu'on pouvait réduire à seulement 4 équations différentielles. Maxwell avait ainsi unifié l'optique et l'électricité. En fait, la démarche ne s'arrête pas là !

Au temps de Maxwell, on utilise l'ensemble des résultats expérimentaux disponibles pour étayer les (nouvelles) équations de Maxwell. Ainsi, dans les ouvrages du début du 20^{ème} siècle, chacune des équations de Maxwell est '*démontrée*' à l'aide d'analogie, de quelques faits expérimentaux et pour finir une généralisation pas toujours justifiée.

Progressivement, un nouveau point de vue va apparaître, l'approche axiomatique. Dans cette approche, on ne cherche plus à démontrer les équations de Maxwell dont le caractère très général était parfois difficile à démontrer expérimentalement. On pose les 4 équations de Maxwell comme une sorte de dogme appelé des *axiomes* puis, par le calcul, on déduit de ces axiomes un certain nombre de propriétés vérifiables expérimentalement. Tant qu'aucun fait expérimental ne vient contredire les propriétés déduites du calcul, on considère les axiomes comme justes...

Plus d'un siècle s'est écoulé et rien n'a jamais remis en cause les équations de Maxwell.

D'une certaine façon, cette méthode axiomatique avait déjà été utilisée en *mécanique* puisqu'on avait réussi à résumer toutes les lois de la mécanique aux 3 axiomes énoncés par Newton, sans jamais démontrer ces lois. Plus tard, on fit la même chose avec la relativité restreinte puis avec la mécanique quantique.

Aujourd'hui encore, la physique moderne des particules repose depuis les années 70 sur le « Modèle Standard » qui est bâti à partir d'une sorte de Lagrangien qui permet de généraliser l'équation de Schrödinger. Or les équations qui découlent de l'exploitation de ce Lagrangien résultent bien d'un principe d'économie de la nature, donc *in fine* d'un principe finaliste. Que conclure ?

3. L'évolution historique de la pensée scientifique

3.1 La place de l'astronomie dans l'évolution de la pensée

Les sciences – au sens large- sont nées autour de la méditerranée, dans des pays où il fait bon flâner le soir, dans un décor constitué de milliers d'étoiles que pas un nuage ne vient masquer... Dans l'antiquité, un tel ciel est rapidement passé de l'état de *décors* à celui de *questions* :

Pourquoi tous ces points brillants qui reviennent tous les soirs avec une régularité extraordinaire ? Pourquoi quelques-uns de ces points brillants semblent-ils se déplacer par rapport aux autres ? Pourquoi ne peut-on pas les toucher alors que l'Homme peut toucher tout ce qu'il voit ?

Bien sûr, il y a d'autres questions, sur la vie la mort, la nature, les animaux ... Mais, toutes ces choses sont proches, à portée de main, la nature est compréhensible car elle semble présenter une certaine unité dans la naissance, la croissance et la mort... Même les objets que l'Homme fabrique semblent *naître, vivre* et enfin *mourir*...

Pour le ciel, il en va tout autrement. Les étoiles ne semblent pas naître ni mourir, De plus elles sont inaccessibles à la main de l'Homme.

Il ne restait plus qu'une chose à faire, réfléchir sur tout cela, échafauder des théories... C'est ce qu'ils firent et c'est aussi pourquoi l'astronomie a « tirée vers le haut » la pensée des anciens

3.2 Les philosophes grecs :

S'il fallait décrire les penseurs grecs de l'antiquité d'une simple phrase, il suffirait de dire *qu'ils sont les instigateurs du raisonnement abstrait*.

Contrairement à ce qu'on a pu observer chez d'autres peuples antiques tels que les Egyptiens, la science grecque parvint au résultat remarquable de séparer l'investigation des lois de la nature de toutes les questions religieuses ayant trait aux relations entre l'Homme et les dieux. Le phénomène de la science grecque est étonnant et unique. Les premiers philosophes à avoir joué un rôle important sont **Thales de Millet** et **Anaximandre**.

Thales a eut une intense activité dans différents domaines et notamment en géométrie. Curieusement, il attribua une partie importante de ses travaux géométriques aux égyptiens, fasciné sans doute par l'architecture

monumentale qu'avaient développés ces derniers. En fait, la géométrie vraiment théorique se développa un peu plus tard en Grèce.

Anaximandre de son côté fut un astronome à qui on attribue de nombreux travaux d'astronomie sphérique et de géographie. Il est aussi semble-t-il le premier à avoir envisagé que le soleil soit au centre du système des planètes *à la place de la terre*.

Pythagore, dont on sait peu de chose vécut au VI^{ème} avant J.C. Il fonda en Italie une école où l'on enseignait la philosophie et les mathématiques. Les découvertes qu'on lui attribue sont certainement l'œuvre de l'ensemble de son école. Ces résultats seront repris par Euclide trois siècles plus tard. L'enseignement philosophique qui y était donné était certainement de caractère initiatique, il est de peu d'intérêt mais il témoigne d'une grande activité intellectuelle pour l'époque.

Platon, à travers ses dialogues avec **Socrate** a développé la *théorie des idées*, qui préfigure l'épistémologie. Il lança aussi les premières réflexions sur la causalité.

Aristote est peut-être le plus célèbre des philosophes grecs. Elève de Platon puis précepteur d'Alexandre le Grand, il est aussi l'auteur de nombreux ouvrages consacrés à l'anatomie, à la physique, à la politique à la métaphysique et la musique. Il est aussi l'auteur d'un traité de logique formelle. Son œuvre a profondément marqué la philosophie chrétienne, et par conséquent l'enseignement classique qui était donné essentiellement par l'église. Avec Platon, il est l'un des premiers à avoir discuté la notion de causalité.

Euclide est plus connu comme mathématicien que comme philosophe. La renommée d'Euclide est indiscutablement liée au succès des ses *Eléments*. Cet ouvrage a été abondamment divulgué et traduit. Il est pour des siècles un modèle de construction axiomatique et de raisonnement abstrait.

Deux philosophes sont souvent cités lorsqu'on évoque les racines de l'idée d'atome, Anaxagore et Démocrite. Ici encore, l'abstraction précède l'expérimentation.

Anaxagore, propose la théorie d'un univers amorphe composé d'atome organisé par un « principe supérieur » Ces idées inspireront Aristote et Démocrite.

Démocrite, fonde la théorie atomiste et le rejet du raisonnement finaliste au profit de la causalité.

Ptolémée (90 à 168 après JC) est le dernier savant de la Grèce antique. Astronome mathématicien et géographe, il résida à Alexandrie. On lui doit la compilation de nombreux travaux de ces prédécesseurs qu'il a souvent améliorés, notamment dans le domaine de la cartographie. Son modèle cosmologique allait être adopté par l'église puis utilisé en Europe comme « modèle officiel » jusqu'à la renaissance.

Les autres « anciens », les Romains, les Egyptiens ou les Mésopotamiens ont dans l'évolution de la science un rôle bien plus modeste que les Grecs dans la mesure où ces sociétés ne s'intéressaient qu'aux sujets techniques qui pouvaient avoir une application directe, mais aucunement aux spéculations théoriques. Ainsi, les mathématiques ont été utilisées chez les romains essentiellement dans le domaine de l'architecture.

3.3 La « Renaissance des sciences » en Europe :

A partir de la Renaissance, la transmission des connaissances quitte progressivement l'église et devient notamment en Italie le fait de sociétés scientifiques (Galilée a appartenu à l'Académie Nationale des Lynx)

Classiquement, on fait débiter la Renaissance en Italie à la fin de XV^{ème} siècle puis au XVI^{ème} siècle. Cette renaissance concerne essentiellement les arts et se caractérise par de fortes références à l'antiquité. Pour les sciences, c'est l'astronome polonais **Nicolas Copernic** (1473 – 1543) qui ouvre le bal en publiant (à titre posthume par précaution) son *De revolutionibus orbium coelestium*...

Dans cet ouvrage il propose une nouvelle description du système solaire qui remplace celle de Ptolémée. La description de Ptolémée constitue aussi le Dogme officiel de l'église sur l'organisation de l'univers.

Il est remarquable de constater que la renaissance de la science occidentale coïncide avec les affrontements religieux du XVI^{ème} siècle.

S'il fallait citer les 4 ou 5 astronomes qui ont modifié profondément notre vision de l'univers, les noms de Copernic, Galilée, Kepler et Newton seraient sans aucun doute les plus cités. Partant de là, on pourrait imaginer que muni d'une sorte de méthode travail commune ils aient accompli chacun une partie de la tâche...

En fait il n'en est rien, si l'objet de leur réflexion a été le mouvement des corps célestes, leurs approches du problème ont été bien différentes. A l'origine, on parle de « philosophie », c'est-à-dire de « savoir » et on mélange à travers des raisonnements finalistes très lié à la religion, l'observation, la théorie et l'idée de Dieu ... Il faudra longtemps pour que l'on sépare tout cela...

Au temps de Copernic et de **Galilée**, l'Eglise impose sur les idées, notamment en ce qui concerne l'univers qui nous entoure un contrôle absolu. L'ouvrage de Copernic ne sera publié qu'après sa mort et Galilée échappera de peu (1633) au bucher. Giordano Bruno n'y échappera pas. Malgré cela, la mécanique rationnelle fait d'importants progrès. Pourtant, avec Galilée, la science va faire un grand pas, non seulement en termes de résultat, mais aussi en termes de méthode. Aux anciennes méthodes fondées sur l'induction et la déduction, Galilée va substituer la vérification expérimentale en utilisant un certain nombre d'outils tels que la lunette, le microscope ou le thermomètre.

Chez **Kepler**, l'idée de Dieu est sous jacente et elle doit nécessairement se manifester par une sorte de perfection des lois de la nature qui doivent par exemple emprunter à la musique une certaine idée de l'harmonie, L'harmonie dans le monde géométrique étant nécessairement circulaire. Encore une fois, on est encore très proche de Dieu puisque la musique, modèle d'harmonie céleste, se déploie avant tout dans les églises. Néanmoins, Kepler, motivé par une volonté inébranlable parviendra à la bonne description du mouvement des planètes (sous l'aspect cinématique) et laissera son nom à des lois dont il ne soupçonnait pas les raisons.

Lorsqu'en 1642 **Galilée** meurt, on est très loin de la cosmologie d'Aristote et du système de Ptolémée. La terre est devenue une simple planète libérée des invraisemblables machineries à base de mouvements circulaires dont la seule justification était une sorte de perfection attribuée au cercle. La science ne s'est pas complètement séparée de la pensée religieuse et philosophique mais ces disciplines doivent tenir compte de l'observation. Notons que ce mouvement qu'on nommerait en termes modernes « plus de rigueur » est aussi facilitée et entraîné par l'amélioration des instruments.

La personnalité de **René Descartes** est intéressante dans la mesure où il est à la fois scientifique et philosophe. A ces deux titres, il participera à tous les grands débats de son temps. « *N'admettre en science que la raison* », tel est le crédo de René Descartes. Descartes croit profondément à l'unité des sciences et il présente toute sa philosophie comme une sorte d'arbre dont les racines sont la métaphysique (ou système de pensée), le tronc est la physique et les 3 branches principales sont la mécanique, la médecine et la morale. Pour lui, la découverte de la vérité dans les sciences est conditionnée à l'observation de « règles certaines », en totale opposition à la logique aristotélicienne.

Plus tard, chez **Newton**, le « grand Horloger » reste Dieu et Newton limite son rôle à « comprendre » ce qu'a voulu faire Dieu. Ainsi, lorsque Richard Bentley pose le problème de l'équilibre de l'univers en présence de la gravité (1694), Newton est « déstabilisé » et revient constamment à l'argument que Dieu ne peut que créer un univers stable et par conséquent éternel... Pour être complet sur Newton, on ne peut pas passer sous silence ses curieux travaux sur l'alchimie qui n'allaient pas dans le sens de la pensée scientifique rationnelle mais qui étonnaient sans doute moins à l'époque qu'aujourd'hui. On ne peut pas non plus ignorer l'immense prestige dont jouissait encore la science grecque au temps de Newton. Il est tout à fait remarquable que Newton encore jeune ait mis au point des outils mathématiques qui permettaient d'exprimer les lois de la dynamique et de démontrer les lois de Kepler... Puis que plus âgé, il ait renoncé dans les *Principia* à utiliser ces outils pour démontrer les lois de Kepler. (Ce que fit avec talent Euler un peu plus tard)

Ces avancées de la physique (essentiellement l'astronomie de position) sont accompagnées de profondes réflexions philosophiques sur le *la nature du savoir* et le *rôle de l'Homme*.

Il faut d'abord citer **Leibniz** qui est un penseur universel. Il est bien connu pour ses démêlées avec Newton à propos de l'invention du calcul différentiel. Leibniz est aussi un grand philosophe, profondément chrétien, il a tenté de bâtir des systèmes de morale inspirée de ses travaux de logique formelle. Curieusement, il a un raisonnement qu'on nommerait aujourd'hui « rationnel », pourtant, son profond attachement à la religion l'incite à utiliser la double explication, à la fois finaliste et rationnelle.

Vers la même époque, deux philosophes anglais, **Berkeley** et **Locke** vont aussi jouer un rôle important en tentant de décrypter la nature profonde de la réalité à travers la perception sensorielle qu'en a l'Homme. Le premier est ecclésiastique et le second médecin. Sur la notion de *réalité*, ils afficheront des positions bien différentes.

3.4 Les « lumières » : de D'Alembert à Lagrange

Avec le 18^{ème} siècle, on va assister à la séparation progressive de la philosophie et des autres sciences.

Lagrange et **Euler** sont les deux grands esprits qui ont illuminé les sciences du 18^{ème} siècle. Avec eux, on passe à la vitesse supérieure. Si Galilée avait eu le premier recours à l'expérience pour établir des lois, eux vont représenter le début d'un immense courant de découverte s'appuyant sur l'outil mathématique qu'ils contribuent à développer. Les outils deviennent si performants qu'on passe, notamment en astronomie des simples lois à des modèles plus complets impliquant une multitude de corps.

D'Alembert tel Leibniz est aussi un génie universel, à la fois philosophe, mathématicien, astronome, écrivain (L'encyclopédie avec Diderot). En fait pour D'Alembert, sa très grande notoriété en tant que philosophe des lumières a fait de l'ombre à l'authentique savant qu'il était.

3.5 Le rôle singulier de Laplace

On se souvient de la question de Napoléon à Laplace, à propos de l'agencement des mouvements des corps célestes :

- *Et Dieu dans tout ça ?*

La réponse de Laplace est célèbre :

- *Votre majesté, je n'ai pas eus besoin de cette hypothèse*

Phrase terrible, Dieu est ramené à une simple hypothèse, et en plus, on peut s'en passer... La suite montra que cette réponse ne trancha pas la question de l'influence divine sur le fonctionnement de l'univers.

Laplace peut être regardé sous différents angles. Pour les scientifiques « purs et durs », Laplace est celui qui a au cours d'une longue carrière développé la mécanique céleste d'une façon extraordinaire à travers une œuvre magistrale. Lorsqu'on prend suffisamment de recul par rapport à cette science extrêmement difficile qu'est la mécanique céleste, Laplace n'apparaît plus que comme une étape (importante certes !) entre Newton et Einstein... En fait, ce qui rendit Laplace célèbre parmi le grand public et les penseurs du 19^{ème} siècle fut son *Exposition du Système du Monde* dans lequel était développée pour la première fois une théorie *non religieuse* sur la formation du système solaire. Si l'on ouvre l'ouvrage de Camille Flammarion, on constate qu'une page entière est consacrée à ses hypothèses de cosmogonie alors qu'il n'est rien dit sur ses travaux de mécanique céleste. Ces travaux de cosmogonie étaient de peu de valeur scientifique puis qu'ils n'étaient assortis d'aucune analyse sérieuse. Il faudra attendre les travaux de Faye et de Roche (le même que la limite du même nom !) Pour montrer par le calcul les limites de la théorie de Laplace.

Néanmoins, le débat sur les origines du système solaire était lancé et il allait se poursuivre comme quelques siècles plus tôt pour la place et le mouvement de la terre au sein du système solaire, sur le plan scientifique et religieux... Cette fois, il allait s'effectuer via des hypothèses, des observations et des modèles mathématiques

3.6 Le scientisme du 19^{ème} siècle :

Le scientisme est à la confluence de plusieurs courants de pensée. Il est d'abord motivé par les immenses progrès que font les sciences durant le 19^{ème} siècle, et notamment vers la fin. Déjà, Laplace dans la première moitié de ce siècle avait énoncé une sorte de principe de déterminisme absolu en affirmant que la science était capable de définir par le calcul le futur d'un système dont on connaît parfaitement le présent.

Un peu plus tard, le scientisme sera un pilier important du Marxisme puisque les « scientistes » les plus radicaux militeront pour un gouvernement de la « science » porteuse exclusive de vérité. Enfin, dernier élément, le scientisme naît aussi dans un contexte d'opposition farouche à la religion.

Le scientisme est donc un courant de pensée qui prône une organisation de la société fondée sur la connaissance scientifique², qui permet d'échapper à l'ignorance génératrice de misère. Les 3 idées forces de cette philosophie sont les suivantes :

- l'idée que la science pourrait se substituer à la philosophie dans la recherche de solutions aux grands problèmes moraux de la société.
- l'idée que la science porterait en elle toutes les solutions aux difficultés de l'humanité.

² Les fondateurs du communisme ont largement puisé dans ces idées.

- l'idée que les méthodes des sciences dures seraient les seules vraies méthodes scientifiques, et qu'il conviendrait de les appliquer partout, y compris aux sciences humaines

Quand la science aura décrit tout ce qui est connaissable dans l'univers, Dieu alors sera complet, si l'on fait du mot Dieu le synonyme de la totale existence.

Ce mouvement allait montrer ses limites à la jointure du 19^{ème} et 20^{ème} siècle lorsque deux grandes lézardes vont apparaître dans le bel édifice de la physique. Une première lézarde va bouleverser nos conceptions de mécanique Newtonienne. La seconde lézarde est bien plus grande puis qu'elle va remettre en cause à la fois le caractère connaissable de l'infiniment petit et remplacer des lois certaines par des lois moins contraignantes de caractère probabiliste. La mécanique quantique était née en on discute encore aujourd'hui ses conséquences philosophiques. Une certitude était cependant acquise, la *fin de la physique* n'était pas proche comme a pu le croire Lord Kelvin et la science ne saura jamais « Tout ».

3.7 Quelques questions modernes :

La physique moderne pose bien des questions et bien qu'ayant atteint un niveau extraordinaire, elle est devenue bien plus modeste que la physique de la fin du 19^{ème} siècle. Parmi les grandes questions actuelles, on trouve pêle-mêle, le déterminisme, le caractère « connaissable » ou non de l'univers microscopique et macroscopique et les débats sur l'unification de la physique. Ces questions sont délicates puisque souvent à la limite entre le *comment* et le *pourquoi* et on ne peut les aborder sans la rigueur du physicien, et la sagesse de l'épistémologiste.

Autrement dit, pour progresser, l'Homme de sciences doit continuer à développer des outils mathématiques et expérimentaux, mais il doit aussi, plus que jamais se demander ce qu'est une *preuve*, une *théorie*, une *expérience*, un *modèle mathématique* ou encore ce que signifie *comprendre*.

*Tout cela sera-t-il suffisant ou faudra-t-il un « nouvel Einstein »
je n'ai pas la réponse.*