

DÉFINITION DE LA SCIENCE ET DE CE QUI S'Y RAPPORTE

1.1. CHOIX DE DEFINITIONS

1.1.1. NECESSITE D'UNE DEFINITION UNIVOQUE

Le mot science provient du latin scientia, dérivé de scire signifiant savoir. C'est en ce sens que l'utilise DESCARTES quand il dit : "En troisième lieu, où j'ai dit que nous ne pouvons rien savoir certainement, si nous ne connaissons premièrement que Dieu existe, j'ai dit en termes exprès, que je ne parlais que de la science de ces conclusions dont la mémoire nous peut revenir à l'esprit lorsque nous ne pensons plus aux raisons d'où nous les avons tirées" (9) ou encore "La certitude de toutes les sciences est égale, sans quoi ce ne serait plus des sciences : car savoir ne comporte pas de plus et de moins". (10)

Le mot science a aussi repris la signification des termes grecs dianoïa opposé à doxa (23). La dianoïa signifiant le savoir par opposition à la doxa qui signifie l'opinion ; ou encore épistémé : instruction orientée vers la théorie opposée à techné : instruction orientée vers la pratique.

Enfin, le mot science a pu signifier, selon les circonstances, connaissance, talent, habileté, savoir-faire, etc. Il est à remarquer qu'on peut employer presque indifféremment selon les époques et les modes les expressions "science de la guerre" et "art de la guerre".

Nous ne réfutons pas la légitimité de toutes ces significations du mot science. Mais nous constatons que la pluralité de ces acceptions donne lieu à de très fréquentes ambiguïtés ou confusions souvent intentionnelles, inconsciemment ou non.

Notre XXème siècle, et déjà le XIXème ont été profondément bouleversés, marqués, par le couple science-technique. La science du XIXème siècle a accéléré brutalement son processus d'organisation, de structuration, abandonnant le domaine des spéculations souvent sans fondement réel pour devenir de plus en plus efficace à travers la technique qui la prolonge. Aussi, peu à peu, et surtout depuis les années cinquante, le monde a découvert, fasciné, la puissance de cette alliance entre la science et la technique. L'après-guerre inaugure l'ère des antibiotiques qui bouleversent le pronostic de certaines maladies, avant presque toujours mortelles.

En mille neuf cent quarante-cinq la première bombe atomique explose à HIROSHIMA. En 1957 le premier satellite artificiel de la terre est mis sur orbite. Cinq ans plus tard, les satellites sont habités par des hommes. La science apparaît alors toute puissante, rien ne semble pouvoir l'arrêter. En un mot, c'est le nouveau Dieu du XXème siècle. Plus qu'une mode, c'est une religion qui surgit.

Nous ne serons donc pas étonné de voir toutes les disciplines se chercher une filiation par rapport à ce Dieu omnipotent, voire à en forger une de toute pièce.

Mais qu'elle est donc cette science dont chacun se réclame ? Est-ce la science savoir-connaissance de DESCARTES ? Est-ce la science habileté-talent du peintre ou du poète ?

La science dont chacun se réclame, consciemment ou non, la science qui ennoblit, c'est celle que nous pourrions appeler la science moderne, la science d'EINSTEIN, de de BROGLIE, d'OPPENHEIMER, de MONOD. C'est celle que nous retiendrons et que nous allons essayer de définir en précisant ses caractères fondamentaux. C'est pour notre part, la seule que nous appellerons science dorénavant.

1.1.2. LA SCIENCE

1.1.2.1. Tentative de définition

A. LALANDE dans son vocabulaire technique et critique de la philosophie définit la science (moderne) comme un "ensemble de connaissances et de recherches ayant un degré suffisant d'unité, de généralité, et susceptibles d'amener les hommes qui s'y consacrent à des conclusions concordantes, qui ne résultent ni de conventions arbitraires, ni des goûts ou des intérêts individuels qui leur sont communs, mais de relations objectives que l'on découvre graduellement et que l'on confirme par des méthodes de vérification définies". (15)

Une note additive de M.BLONDEL complète cette définition :

"Au sens restreint et le plus moderne, la connaissance scientifique semble comporter ces caractères essentiels :

1 spécification (indépendamment de toute considération anthologique) par le seul élément formel, c'est à dire par un point de vue, par une méthode, de la matière, de telle ou telle science car les sciences diffèrent non pas par la diversité des objets, mais par la façon d'envisager, sous un aspect déterminé, quelque chose du problème total : hétérogénéité et solidarité croissantes.

2 organisation systématique des idées ou des faits dont l'être scientifique est constitué par leurs relations sériées, à partir de symboles initiaux et dans la mesure où ce langage organisé et progressif s'adapte aux phénomènes, les traduit et permet de les prévoir ou de les manier.

3 rigueur de la preuve telle que, tandis que la connaissance vulgaire et pratique tend à admettre comme vrai ce qui n'est pas reconnu faux, "le Savant est un docteur" qui met en quarantaine tout ce qui n'est pas démontré vrai". (15)

Bien que soulignant des aspects fondamentaux de la science, comme la rigueur de la pensée, la notion de prévision, M. BLONDEL reste encore au niveau d'un concept statique de connaissances et de savoir, entraînant le mythe de la vérité scientifique absolue.

L'homme de science, celui qui pratique la science, n'est pas un savant mais un chercheur. Les notions de connaissance et plus encore de vérité sont aujourd'hui totalement remises en cause. On croit plus qu'on ne sait.

Nous préférons la conception de Paul WEISS pour lequel "la Science est la manière par laquelle l'homme formule pour lui-même une image mentale de l'Univers et de ce qu'il contient, sous une forme aussi complète, cohérente et universelle que possible, selon ce que lui transmettent ses sens et les outils qui les prolongent, et selon ce qu'implique la logique et la mise en ordre rationnelle" (32). C'est une vue dynamique où l'homme agit, et qui laisse entrevoir déjà l'imperfection obligatoire du savoir : "... aussi cohérente que possible...", liée aux données de nos sens et de nos outils, nous restreindrons donc notre définition de science à celle d'une activité de recherche dont nous allons mettre en évidence maintenant les objectifs et les processus d'action.

Nous reviendrons ultérieurement sur les notions de connaissance et de savoir.

Au singulier, science peut désigner une discipline précise lorsque le mot est suivi d'un qualificatif : science physique. L'expression science naturelle ne se retrouve plus guère que dans nos lycées, correspondant à un domaine d'enseignement. Aujourd'hui on parlerait plutôt d'histologie, de biologie, de botanique etc.

Toujours au singulier, mais employé seul, le mot science désigne l'ensemble de plusieurs disciplines, dans ce qu'elles ont de commun. "La SCIENCE" renvoie à une méthode, à une procédure logique bien particulière qui distinguent et caractérisent un ensemble de recherches qui sont "les sciences". C'est ainsi que l'on peut dire que la SCIENCE a établi et démontré par exemple l'existence de la planète Neptune.

1.1.2.2. Caractères et éléments fondamentaux de la Science

*** Les objectifs de la Science**

Les objectifs de la science sont étroitement liés à sa raison d'être. La science naît de la curiosité de l'homme qui veut savoir et comprendre les mécanismes du monde dans lequel il vit, mais elle naît aussi et essentiellement de la nécessité de survivre. Pour WEISS "l'objectif ultime de la science est de découvrir le caractère, la composition et le fonctionnement de L'Univers, de tout ce que nous offre la nature, afin d'en donner une image valable et formelle en termes rationnels, logiquement cohérents, universels et vérifiables. Sans aucun doute, ce besoin scientifique provient du fait que l'homme dépend étroitement de son environnement, environnement plein de difficultés et de dangers que l'homme doit apprendre à vaincre s'il veut survivre... L'homme d'aujourd'hui n'a fait que développer cela jusqu'à exprimer ses prédictions sous forme de règles et de lois qui, dans une certaine mesure, lui donne pouvoir sur son environnement". (°32)

Aujourd'hui la nécessité de survivre est souvent dépassée et se transforme en besoin de mieux être. Peut-être aussi la science est-elle devenue une habitude, ou bien l'homme essaie-t-il d'étouffer, de surmonter une angoisse existentielle à travers la quête d'une compréhension et d'une maîtrise toujours plus grande de l'Univers.

Mais ici encore pour éviter toute équivoque, nous ne conserverons comme objectifs de la science que ceux de découvrir, de comprendre l'Univers et d'en prévoir dans une certaine mesure les manifestations. La maîtrise de l'environnement ne revient pas directement à la science mais à l'usage qui est fait des découvertes scientifiques. C'est le domaine de la technique que nous envisagerons plus loin.

* La Procédure de la méthode scientifique

Pour reprendre WEISS "la Science n'existe pas d'une manière abstraite.... La Science, c'est ce que pensent et font les hommes de sciences" (32).

Mais ce qui distingue les hommes de sciences des autres, c'est précisément leur façon de faire.

Il est donc évident que la procédure qui règle la progression d'une science est un caractère fondamental permettant de la distinguer des autres disciplines.

En première approximation, toute science progresse selon un rythme ternaire.

1 Observation

2 Etablissement d'une théorie

3 Expérimentation orientée par la théorie

Et à nouveau l'expérimentation donne lieu à de nouvelles observations qui confirment ou infirment la théorie, qui dans le deuxième cas est réajustée, et ainsi de suite.

De ce processus en trois temps va découler toutes les particularités de la science, comme nous le verrons plus loin.

Mais entre l'observation et l'établissement de la théorie, il y a quelques phases transitoires qu'il convient de préciser, selon un plan emprunté à Paul WEISS.

1 L'observation : c'est une recherche systématique approfondie, précise des faits constituant le phénomène étudié. L'observateur est alors amené

- d'une part à mettre au point des techniques expérimentales,
- d'autre part à utiliser des appareils toujours plus précis, que parfois il devra concevoir et fabriquer lui-même.

A ce stade, l'homme de science est un technicien méticuleux, et l'on perçoit déjà un des liens qui unissent la technique aux sciences. En fait, il n'y a pas de science sans technique.

2 La description : elle doit être fidèle et exige avant tout l'honnêteté intellectuelle. Les faits doivent être décrits de façon objective, précise, impersonnelle, conservés et communiqués, car souvent l'observateur d'un phénomène ne sera pas celui qui utilisera les faits observés pour en faire une théorie.

3 La comparaison : elle essaye de mettre en évidence les ressemblances ou des dissemblances entre les phénomènes observés.

4 La classification : temps essentiel où toutes les informations sont archivées en groupes et en sous-groupes, afin de donner de l'ensemble une vue globale, saisissable dans sa totalité.

5 L'interprétation : c'est le moment de l'élaboration de la théorie à partir de l'ensemble des informations répertoriées, ordonnées, classées. C'est à ce stade que s'exprime très souvent le génie du chercheur, selon un processus de pensée qui échappe et qu'avec BERGSON on peut qualifier "d'intuition créatrice".

La théorie scientifique sous-entend d'une part une démarche inductive qui partant des faits observés essaye d'en donner une explication cohérente et logique, d'autre part une démarche déductive qui se fondant sur l'explication des faits tente de prévoir les résultats d'expériences similaires.

Nous reviendrons plus loin sur les aspects de la théorie scientifique dont les conséquences sont fondamentales.

6 L'intégration : c'est la phase de synthèse où l'on tente de formuler à travers une loi la plus générale possible les interprétations données pour les différents phénomènes observés.

Cette dernière étape est en rapport avec une idée qui prévalait naguère dans les milieux scientifiques et selon laquelle la science est unitaire et universelle, des intercommunications claires étant toujours possibles entre différents domaines scientifiques.

Aujourd'hui, cette conception est plus nuancée. Par exemple Ilya PRIGOGINE déclare : "Je ne crois pas qu'il soit possible, et moins encore souhaitable, de réunir toutes les possibilités dans un seul modèle. Par contre il faut dépasser les contradictions, pour passer d'un mode de description à un autre" (25). L'exemple le plus connu étant celui de la théorie corpusculaire et de la théorie ondulatoire rendant compte toutes les deux d'un même phénomène mécanique, et se complétant sans pouvoir s'intégrer mutuellement.

* Le temps fort de la procédure scientifique : "La construction du modèle"

La grande nouveauté de la science des XIX et XXème siècles, c'est la systématisation de la théorie scientifique et la codification progressive de son usage.

Il apparaît donc clairement que la théorie scientifique s'exprime par l'élaboration d'un modèle qui est la clé de voûte de l'édifice scientifique, à tel point que parfois certaines personnes confondent la science avec le modèle.

Le modèle est une entité fictive, construite de toute pièce et qui présente les caractères essentiels suivants :

- 1) Il rend compte le mieux possible des faits tels qu'ils ont été observés. C'est une tentative de représentation de la réalité.
- 2) Il est défini de façon très précise, ses paramètres, étant liés par des lois mathématiques. Il est ainsi parfaitement maîtrisable.

Ces deux aspects fondamentaux du modèle permettent de préciser son rôle qui est double, et qui déjà figurerait dans les propos de WEISS cités plus haut.

a) Le modèle a un rôle explicatif

C'est une hypothèse qui tente de rendre cohérent, compréhensible à l'homme, l'Univers tel qu'il est perçu, tel qu'il est observé. "Les théories (ou modèles) sont les filets destinés à capturer ce que nous appelons le "monde" ; à le rendre rationnel, l'expliquer et le maîtriser, en nous efforçant de resserrer de plus en plus les mailles" (22). Nous insistons bien, sur le fait qu'il s'agit d'une hypothèse.

Prenons un exemple. L'observation du comportement d'un gaz soumis à des variations de températures et de pression a conduit à l'élaboration du modèle d'un gaz parfait sur lequel se fonde la mécanique thermodynamique classique.

Un gaz parfait est un ensemble de molécules, qui se déplacent librement (on néglige les forces attractives) soumis à des chocs élastiques entre elles et avec les parois du récipient qui les contient. Leurs vitesses, fonction de la température, peuvent être représentées par des vecteurs dont la direction est totalement aléatoire (agitation moléculaire ou mouvement brownien) et la norme définie par une fonction statistique de répartition, etc.

Il faut bien comprendre qu'un gaz parfait n'existe pas, c'est un pur produit de l'esprit. Deux molécules en mouvement ne peuvent pas ne pas être soumises à des forces d'attraction, aussi minimes soient elles, les chocs intermoléculaires ne sont jamais parfaitement élastiques². En fait un modèle est une approximation de la réalité. Dans notre cas, un gaz se comporte d'autant plus comme un gaz parfait, que les molécules sont rares, c'est à dire que la pression est faible. Ce qui est un cas particulier. Un modèle n'est pas la réplique fidèle de la réalité et ne le sera surement jamais.

² On parle de choc élastique pour désigner la rencontre de deux objets, au terme de laquelle l'énergie cinétique totale est entièrement conservée, et simplement répartie de façon différente.

b) Le modèle a un rôle heuristique

Si le modèle n'est pas la réalité, en contrepartie il est parfaitement connu, son "comportement" peut être prévu en toute circonstance. Là apparaît le rôle de prédiction de la science. Mais, prenons garde, cette faculté de la science ne doit pas être assimilée à un art divinatoire, magique, infaillible.

Un des grands progrès de la science réside précisément dans sa nouvelle attitude vis à vis de cette faculté de prédiction, et de l'usage qu'elle en fait.

Par exemple l'étude des relations mathématiques définissant le modèle qu'est un gaz parfait, permet d'établir $(PV)/T=K$; l'équation d'état d'un gaz parfait : P étant la pression de ce gaz, V son volume, T sa température, K une constante liée à la quantité de gaz en présence. En simulant une expérience fictive où la température et le volume par exemple sont connus, ainsi que la constante K, on peut calculer simplement la pression qu'exercera ce gaz. Mais cette prédiction est fictive, comme l'est un gaz parfait. L'idée nouvelle de la science fut d'étudier le comportement fictif du modèle, pour élaborer un programme d'expériences dans le réel, expériences dont on pouvait alors prévoir l'issue avec une certaine marge d'erreur.

Le modèle a donc un rôle heuristique en ce sens qu'il permet d'orienter les expériences ultérieures.

Le but de ces expériences est alors de préciser les conditions limites à l'intérieur desquelles le modèle reste une représentation "acceptable" du réel. Au-delà de ces limites, l'homme de science sait alors que son modèle doit être remis en cause, et les données des dernières expériences, qui diffèrent sensiblement des prévisions du modèle, doivent le conduire à remanier ce dernier, à le parfaire afin qu'il rende compte encore des nouvelles informations.

Une idée maîtresse de la pensée scientifique, c'est que les expériences qui remettent en cause le modèle par des données nouvelles non compatibles, sont plus profitables que les expériences qui le confirment. "C'est la falsifiabilité et non la vérifiabilité qu'il faut prendre comme critère de démarcation" (24).

Pour reprendre Paul WEISS, l'expérimentation doit être voulue, non improvisée, elle a pour but de réduire la confusion, et non seulement d'ajouter à la profusion ; elle se doit pertinente et mordante et non pas simplement fertile et répétitive.

C'est cette attitude délibérée du choix judicieux des expériences qui a permis en partie de gagner beaucoup de temps et de faire faire à la science des bonds prodigieux.

Cela ne doit pas exclure certaines grandes découvertes issues d'expérience fortuites (bien qu'en fait le hasard ne serve que les esprits préparés). Mais se fier délibérément au

hasard pour progresser et découvrir, c'est marcher à tâtons, les yeux fermés dans un dédale cerné d'embuches. Ce que fit l'humanité pendant plusieurs millénaires.

Nous pouvons donc ainsi comprendre pourquoi la science actuelle ne peut se définir que de façon dynamique. C'est pour cela que nous préférons pour l'homme de science le titre de chercheur à celui de savant. Le savant sait ; mais sait-il aussi, a-t-il toujours su, que son savoir est par essence réfutable.

* Un mot clé : "RÉFUTABLE"

Nous pourrions ainsi résumer nos propos sur le modèle et la théorie scientifique en disant que toute théorie scientifique est réfutable.

Pour K.POPPER, cette réfutabilité n'est plus un simple aspect de la théorie scientifique, mais "le critère de démarcation" qui permet de juger de la scientificité d'un énoncé. Reprenant une remarque d'Einstein, il caractérise la science (empirique) comme suit : "dans la mesure où un énoncé scientifique nous parle de la réalité, il doit être falsifiable, dans la mesure où il n'est pas falsifiable, il ne parle pas de la réalité" (24).

Pour K. POPPER la falsifiabilité est un critère selon lequel, les énoncés ou systèmes d'énoncés communiquent une information relative au monde empirique dans la seule mesure où ils sont capables d'entrer en conflit avec l'expérience ; plus précisément, dans la mesure où ils peuvent être soumis à des tests qui pourraient avoir pour résultat leur réfutation.

Mais il faut bien comprendre que K. POPPER n'exige pas que chaque énoncé scientifique ait en fait été soumis à des tests avant d'être accepté, mais seulement que tout énoncé de cette espèce "puisse" être soumis à des tests. En d'autres termes, il refuse d'accepter l'idée selon laquelle il y aurait des énoncés scientifiques qu'il faudrait accepter comme vrai, avec résignation, simplement parce qu'il ne semble pas possible, pour des raisons logiques et/ou expérimentales, de les soumettre à des tests.

C'est ainsi qu'il réfute à la psychanalyse (entre autre) le statut de science, car les hypothèses psychanalytiques sont construites de telle sorte qu'il n'existe pas d'expérience de vérification susceptible de les remettre en cause. POPPER parle alors de dogmes.

Toute théorie scientifique est donc fondamentalement inexacte et cela tient à deux choses : à l'imperfection inhérente à nos moyens d'observation et à la conception même du modèle.

- **l'imperfection de l'observation** est essentiellement liée aux limites de nos sens, des appareils, des techniques que nous utilisons. Nous ne devons jamais perdre de vue qu'il existe et qu'il existera toujours un hiatus entre le réel et la connaissance que l'on en a.

Des difficultés surgissent de la confusion qui existe parfois entre la description et l'interprétation. Pour reprendre WEISS "il est souvent difficile de faire la différence entre "ce

qui est là" et "ce que nous y mettons" par le biais des appellations, des interprétations, des estimations, quand nous projetons nos inclinations sur les choses de la nature et que nous considérons la "vue" que nous en avons comme s'il s'agissait vraiment de "leurs propriétés" ". (32).

Pour citer un exemple, quand l'aiguille du galvanomètre est transitoirement déviée vers la droite, nous décrivons ce fait en disant "le courant passe". Ce n'est déjà plus une description mais une interprétation.

A la limite les techniques qu'implique l'observation peuvent modifier la nature du phénomène étudié, comme l'établit par exemple HEISENBERG avec ses "relations d'incertitudes" selon lesquelles la vitesse et la position d'un électron ne peuvent être connues simultanément avec précision.

- **La conception du modèle** "suppose un certain nombre d'abstractions cumulatives dues soit à l'oubli, soit au rejet délibéré des relations qui unissent, dans la totalité cohérente de l'Univers, les "unités" maintenant isolées" (32).

La conception du modèle utilise une méthode analytique qui, même si elle conduit au succès, se solde par une perte importante de l'information. Rappelons l'exemple du modèle d'un gaz parfait, cité plus haut.

Non seulement toute théorie scientifique est inexacte, mais de plus, il importe bien de dire qu'il n'y a pas de vérité scientifique et que ce qui compte, ce n'est pas qu'un modèle soit vrai ou pas, mais qu'il réponde à ce qu'on en attend.

"La validité d'un concept scientifique n'est plus jugée en vertu du sens commun mais selon que ce concept fonctionne ou non... Ce que nous pouvons espérer apprendre sur la nature de l'Univers restera toujours limité par la portée des facultés de l'homme et par ses appareillages... La science ne pourra jamais atteindre l'idée de ses débuts "la vérité absolue" mais pourra seulement s'en approcher asymptotiquement" (32).

K. POPPER va plus loin et nous invite à "ne pas considérer la science comme un corps de connaissances mais comme un système d'hypothèses ; c'est à dire comme un système de conjectures et d'anticipations qui ne peuvent en principe être justifiées mais que nous utilisons aussi longtemps qu'elles résistent à l'épreuve des tests et à propos desquelles nous ne sommes jamais eu droit de dire que nous savons qu'elles sont vraies ou plus ou moins certaines ou même probables". (24)

1.1.2.3. Les connaissances scientifiques

Nous sommes loin maintenant de la science-savoir de R. DESCARTES qui énonce que "toute connaissance qui peut être rendue douteuse ne doit pas être appelée du nom de science" (9). Puisque nous ne voulons accorder à la science que la signification dynamique de recherche,

d'aucuns nous demanderont quel statut nous accordons à la connaissance. Nous ne parlerons que des connaissances scientifiques. Nous les définirons comme l'ensemble des théories scientifiques exprimées sous forme de lois et ayant survécu à un certain nombre de tests de vérification. Comme nous l'avons déjà dit plus haut des théories scientifiques et des modèles, elles ne sont pas immuables mais perfectibles : une expérience peut toujours les remettre en cause.

Dans la pratique une connaissance dépend essentiellement de son champ d'application. La mécanique relativiste d'EINSTEIN par exemple a dépassé, perfectionné la mécanique classique newtonienne. Mais en astronautique, où les vitesses atteintes sont encore très éloignées de celle de la lumière, l'approximation newtonienne est encore très suffisante et reste la seule employée.

En d'autres termes, les connaissances scientifiques sont étroitement liées aux techniques qui les emploient et qui utilisent leur pouvoir de prédiction. C'est peut-être pour cela que l'on confond souvent techniques et connaissances scientifiques, ou pire encore techniques et sciences. Nous y reviendrons.

1.1.2.4. Qu'est-ce que la preuve scientifique ?

Dans l'esprit d'un grand nombre de personnes la preuve scientifique d'un fait est la garantie de véracité fournie par une théorie scientifique, qui explique le fait, le rend cohérent, compréhensible. Par contre, un fait honnêtement observé et décrit, s'il n'a pas été expliqué par une théorie ne sera pas reconnu pour "vrai". Il sera rejeté au nom d'une science mythique.

Comment ne pas s'insurger devant un tel non-sens ? Une hypothèse, et surtout une hypothèse scientifique telle que nous l'avons décrite, ne peut rien prouver, d'autant plus qu'elle est toujours menacée d'être remise en cause.

La preuve scientifique n'existe donc pas. La seule preuve d'un phénomène, c'est l'observation et la description qu'on en a faites dans des circonstances précises.

Aucune théorie ne peut démontrer l'innocuité absolue d'un médicament. Cette innocuité doit être recherchée, observée. Et, on ne dira pas "tel médicament est inoffensif" mais "tant d'années d'observation n'ont pas permis de mettre en évidence le danger possible de son usage". Les techniques comme la thérapeutique, ne peuvent agir sans accepter un risque. Ce risque ne doit pas être ignoré, mais recherché pour pouvoir le contrôler et le minimiser.

Il faut reconnaître que cette arme de la "preuve scientifique" est rarement manipulée par des hommes de science véritables. Ceux-ci sont parfaitement conscients, aujourd'hui, des limites de leurs disciplines ; limites qu'ils connaissent bien. Aussi sont-ils le plus souvent tolérants, ouverts.

Ce sont des "étrangers", non scientifiques, qui s'arrogent le titre d'homme de science et tyrannisent les esprits.

1.1.2.5. L'esprit scientifique, le rationnel

Nous garderons pour l'esprit scientifique la définition de LALANDE (15) qui le présente comme un esprit d'ordre, de clarté, animé par un besoin de vérification précise et contrôlée.

Mais nous remarquerons alors que l'esprit scientifique n'est pas l'apanage exclusif de l'homme de science tel que nous l'avons présenté.

De même tout ce qui est rationnel, c'est-à-dire "logique" et conforme à une bonne méthode" (15) n'est pas obligatoirement scientifique.

Pierre MARCHAIS (18) oppose à la réflexion logique (qu'il définit comme une perpétuelle remise en question de ses apports successifs), la pensée mythique qui pour lui se fonde sur une hypothèse arbitraire de départ, inamovible, tentant de tout expliquer, tout en refusant a priori de se soumettre à tout contrôle expérimental.

1.1.3. SCIENCES FONDAMENTALES, SCIENCES APPLIQUÉES ET TECHNIQUES

D'emblée, signalons que nous n'adhérons pas à cette terminologie présentant la science partagée en sciences fondamentales et en sciences appliquées.

Les sciences fondamentales ou sciences théoriques, celles qui établissent les lois générales, (réfutables) sont ce que nous avons appelé science.

Les sciences appliquées selon LALANDE sont des "études ayant pour objet d'appliquer à une fin pratique des lois appartenant en général à divers ordres de connaissance théorique, par exemple, la thérapeutique, l'électricité industrielle, l'économie rurale". Or, ce sont là ce que nous appelons des techniques. Le mot technique est employé sans aucune connotation péjorative, il signifie simplement pour nous, application, exploitation de principes établis par la science, de connaissances scientifiques. Certaines techniques d'ailleurs, comme l'aéronautique, peuvent être dites de pointe, mettant en œuvre un type de recherche que l'on pourrait qualifier de mise au point.

Pour employer une formule sibylline, on pourrait dire que la science observe et explique tandis que la technique agit. On peut admettre, dans un certain sens, que c'est la technique qui, par sa mise en pratique, teste la théorie et la valide. Mais les rapports qui unissent la science et la technique ne sont pas univoques.

Si, comme nous venons de le voir, la technique a pour rôle hors de la science d'exploiter les découvertes scientifiques, ces hypothèses, ces modèles, il faut noter aussi qu'elle intervient au sein même de la science au moment de l'expérimentation et de l'observation comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut.

En fait, nous touchons là peut être à l'origine du "miracle" de la science contemporaine marquée par la rapidité croissante de son évolution et de ses découvertes. Il s'agit de la réciprocité d'action presque immédiate entre les sciences et les techniques. Le processus est le suivant :

- une science établit une loi, un modèle, qui sont aussitôt transmis par un système de plus en plus élaboré de diffusion de l'information (revues, séminaires etc.) ;
- le monde de la technique intègre cette nouvelle découverte et partant de là élabore de nouvelles méthodes, construit des appareils de mesure, de contrôle, de fabrication plus performants, plus précis. Ces méthodes et ces appareils sont rapidement diffusés ;
- certaines sciences les adoptent et parviennent ainsi à des observations nouvelles qui conduisent à l'établissement de nouveaux modèles et ainsi de suite.

La distinction entre science et technique est purement conceptuelle. S'il existe des techniciens, qui ne pratiquent que la technique, par contre, tous les scientifiques sont des techniciens, car toute recherche scientifique commence par une phase d'expérimentation et d'observation qui est essentiellement technique. Nous ne pensons pas qu'il puisse exister aujourd'hui d'homme de science pouvant construire une théorie scientifique en utilisant exclusivement les données d'observations de confrères non collaborateurs et sans se livrer lui-même à la moindre expérimentation, tout au moins de contrôle.

1.2. LA PLACE DES MATHÉMATIQUES

"On aime ce que l'on connaît et l'on vénère ce qu'on ignore"

Cet aphorisme s'applique parfaitement aux mathématiques, car si la science en général a été érigée en mythe, les mathématiques elles, font l'objet d'un culte. Il suffit pour s'en convaincre de chercher les critères qui conditionnent l'orientation des élèves au lycée, ou la sélection des étudiants au début de leurs études de médecine.

Les mathématiques sont considérées le plus souvent comme la SCIENCE au sein des sciences, la SCIENCE par excellence. BLANCHÉ ne fait-il pas remarquer que la mathématique est "scientifique, et même de façon exemplaire, par sa rigueur, sa précision, sa certitude" ? (4)

"LA MATHÉMATIQUE" ! Qu'il nous soit permis de nous attarder un instant pour rappeler la signification de ce singulier.

Répondent au terme mathématique un certain nombre de disciplines comme la géométrie, l'algèbre, l'analyse, ce qui justifie le pluriel qui est entré dans l'usage depuis longtemps. Les XIX^{ème} et XX^{ème} siècles ont bénéficié des travaux de nombreux mathématiciens de génie qui se sont efforcés de mettre en évidence les structures abstraites sur lesquelles reposent les différentes branches des mathématiques. Aussi a-t-on pu constater que, d'une façon générale, la géométrie, l'algèbre et l'analyse étudient sous des aspects différents les mêmes entités. Pour ne citer qu'un exemple simple étudié au lycée, un même nombre complexe peut

être considéré sous la forme d'un couple de nombres réels, alors élément d'un espace vectoriel de dimension deux, sous la forme d'une expression trigonométrique, sous la forme d'une exponentielle complexe, sous la forme d'une application géométrique appelée similitude etc.

La mise en évidence de relations bijectives entre des ensembles apparemment très différents a montré la grande unité des mathématiques. C'est cette unité que le groupe de recherche BOURBAKI a voulu exprimer en introduisant "la mathématique".

Bien que "scientifique de façon exemplaire", les mathématiques ne sont pas tout à fait comparables aux sciences physiques. Par exemple, Robert BLANCHÉ note "qu'on admet généralement la division entre les sciences formelles d'une part, logiques et mathématiques, et les sciences du réel de l'autre" (4) et il ajoute "dès la naissance de la mathématique rationnelle on s'est interrogé sur l'accord apparemment miraculeux entre ses enseignements et ceux de l'expérience" (4).

Comment expliquer cette dichotomie de deux mondes pourtant si proches ?

En fait, il n'y a pas "d'accord miraculeux" entre mathématiques et expérience, point de hasard non plus. Tout devient plus simple lorsqu'on admet que la mathématique est à regarder comme un instrument scientifique et non comme des sciences proprement dites. La mathématique est un outil inventé, créé, né de la nécessité d'une situation concrète. Dans l'antiquité, les hommes ne sachant pas compter les têtes de leur troupeau utilisaient tout naturellement une bijection faisant correspondre à chaque bête un objet de collection, par exemple un ensemble de cailloux. L'idée de choisir les doigts de la main ou des deux mains comme collection d'objets était tout à fait naturelle. De là à marquer par un signe le fait d'avoir épuisé les doigts des mains avant de les utiliser à nouveau et le pas était franchi vers l'élaboration empirique d'un système de numération.

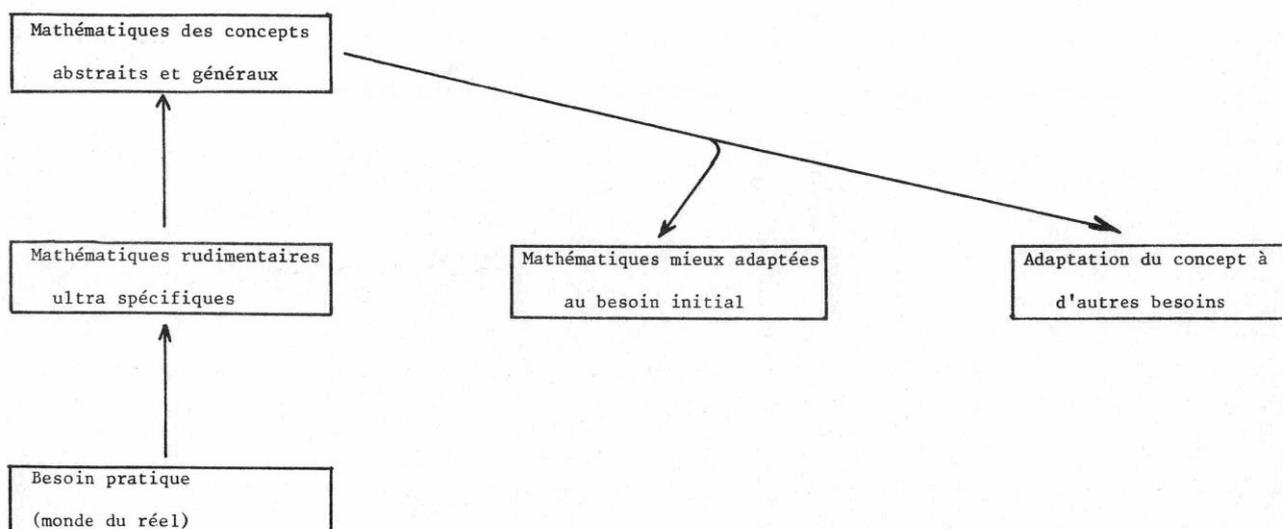
De même la géométrie fut suscitée par la nécessité du partage des terres, du calcul de l'impôt en rapport avec leur superficie. Initialement donc, les mathématiques furent l'œuvre des arpenteurs et des marchands. Les nombres et les figures naquirent du besoin même des utilisateurs.

Mais les Mathématiques restèrent un outil rustique aux possibilités limitées jusqu'à l'époque hellénique où elles prirent un essor important.

François RUSSO explique ce développement soudain par le fait que quelques penseurs, à commencer par ARISTOTE, analysèrent l'objet qui s'offrait à leurs investigations avec "un idéal de pensée désintéressé". (29) Ces penseurs libérèrent l'outil de toute contingence matérielle pour n'en conserver que le principe, la structure, l'essence et ce, avec un souci de rationalité et de logique.

Cette notion de recherche gratuite est importante car elle caractérise tous les grands moments des mathématiques. C'est ainsi qu'aux XIX^{ème} et XX^{ème} siècles se développent l'axiomatisation et le concept de structure abstraite.

Nous pourrions résumer ce processus de maturation des mathématiques par le schéma suivant :



Il faut aussi remarquer que ce processus illustré par le schéma ci-dessus s'est produit de nombreuses fois dans l'histoire des mathématiques. Ainsi, les développements de la physique moderne ont suscité des besoins nouveaux qui ont donné lieu à des méthodes de calcul spécifiques, dont on a dégagé des concepts abstraits généraux pouvant à leur tour s'appliquer à d'autres situations.

Dès lors, il est clair que "l'accord entre la mathématique rationnelle et les sciences du réel" n'a rien de miraculeux.

Insistons encore sur le fait que la mathématique n'acquière sa faculté d'adaptation à de multiples situations réelles, que précisément parce qu'elle s'affranchit des contingences matérielles qui l'ont suscitée, libérant ainsi le principe qui sous-tendait sa forme initiale et qui peut alors offrir toute la dimension de ses implications potentielles.

Aujourd'hui, la mathématique est arrivée à un degré d'abstraction tel, qu'elle s'intéresse plus, par-delà les structures mises en évidence, aux règles déductives qui permettent de passer d'un ensemble d'hypothèses à un ensemble de conclusions. Peu importe alors les hypothèses envisagées qui peuvent être les plus irréelles, les plus extravagantes pourvu qu'elles ne présentent pas de contradictions internes. C'est ce qui fait dire que la mathématique ne recherche pas une connaissance des choses.

Bertrand RUSSELL va plus loin en écrivant "être arrivé à la conclusion que les mathématiques sont seulement l'art de dire la même chose en des mots différents" (28).

Dans le même esprit ARNOUX, notre professeur de classe de mathématiques supérieures s'écriait "la mathématique est très simple, c'est l'art de savoir ce dont on parle", l'art de revenir toujours aux définitions, aux hypothèses sur lesquelles on fonde le raisonnement. N'est-ce pas là, la meilleure façon de faire comprendre l'axiomatique qui nous enseigne qu'on ne peut rien démontrer qu'on n'ait déjà admis implicitement.

En se référant à notre définition des sciences, on peut conclure que la mathématique n'est pas une science,

- premièrement parce qu'elle n'est pas une recherche du réel, mais un ensemble de règles du langage, à l'inverse de la science qui pour POPPER est empirique, fondée sur l'expérience ;
- deuxièmement parce qu'elle n'est pas réfutable. Elle est "vraie" (vérité formelle) par choix et construction.

Ce qui est réfutable, ce n'est pas la mathématique, l'instrument, mais l'usage qu'on peut en faire, dans le cadre des sciences physiques, biologiques...

La mathématique qui n'est donc pas une science, mais un instrument au service de la science (en outre) répond à deux objectifs :

- 1) La mathématique a un rôle pédagogique. La mathématique est une école de rigueur et de méthode qui forme l'esprit en enseignant à savoir poser un problème en partant de données brutes, en entraînant au raisonnement déductif.

La mathématique enseigne à savoir revenir toujours aux définitions et aux hypothèses formulées ("savoir ce dont on parle"), à n'utiliser qu'elles, en s'imprégnant bien du fait fondamental que les conclusions ne font qu'explicitier ce qui était implicite dans les données, sans rien apporter de nouveau.

On conçoit que cette forme d'esprit que confère l'enseignement (bien compris) des mathématiques, puisse trouver son utilité dans la pratique non seulement des sciences, mais aussi de toute autre discipline où l'on doit réfléchir, formuler des problèmes et les résoudre.

- 2) La mathématique a aussi un rôle d'outil scientifique, comme nous l'avons vu,
 - elle offre un langage rigoureux
 - elle élabore des exemples types de modèles parfois directement adaptables à des situations concrètes.

Qu'il nous soit permis d'envisager enfin les bénéfices de l'introduction des mathématiques dans les enseignements médicaux actuels. Sur le plan pédagogique de la formation de l'esprit, nous doutons que ce qui n'aura pu être acquis en sept ans au lycée, puisse l'être en six mois après le baccalauréat.

Sur le plan des connaissances, celles acquises jusqu'en terminale scientifique suffisent pour comprendre les cours de physique, de biophysique et de physiologie.

D'ailleurs les programmes actuels de mathématiques de P.C.E.M. ne dépassent guère ceux de la terminale.

Les statistiques posent un autre problème. La pratique de la recherche en statistiques médicales requiert plusieurs années d'études spécialisées. Mais le but des études médicales n'est pas de former des statisticiens, tout au plus peut-on attendre de l'étudiant qu'il sache comprendre le langage du spécialiste. Or, l'expérience montre que le plus souvent, le besoin de compréhension de ce langage se situe au moment de la réalisation d'une thèse. Les souvenirs de première année sont alors lointains. Nous

pensons donc que ces cours de statistiques seraient donnés avec beaucoup plus de profit en fin d'études, pour faciliter le dialogue avec le statisticien.

"On pourrait facilement démontrer que ce qu'il faut de mathématiques pour exercer la médecine et même pour l'enseigner et la faire avancer, peut toujours être appris quand le besoin s'en fait sentir, sauf pour certaines carrières de laboratoire et de recherche qui ne comportent pas une activité de soin".

(14)

Nous soulignerons simplement l'ambiguïté de l'expression "faire avancer" en renvoyant à ce que nous disons ci-dessus de l'usage des mathématiques par un clinicien non spécialiste. Ces connaissances servent alors plus à comprendre (pour mieux coopérer avec lui) le langage du biomathématicien, qu'à élaborer soi-même et tout-seul une stratégie statistique, par exemple.

En conclusion, bien qu'une forme d'esprit mathématique nous semble être très utile à un étudiant en médecine (sans être absolument indispensable), l'intérêt de l'introduction des mathématiques dans l'enseignement médical nous paraît plus discutable, surtout dans sa forme actuelle.

Enfin, nous regrettons que les mathématiques puissent être un critère de sélection des jeunes étudiants en médecine, dans la mesure où ces critères testent l'acquisition de connaissances (inutiles car insuffisantes pour être utilisées pratiquement) et non une attitude intellectuelle de prudence et de rigueur, beaucoup plus profitable.

1.3. DES SCIENCES DE LA MATIÈRE AUX SCIENCES DE LA VIE

Maintenant que nous avons donné une définition assez précise de ce que nous appelons science, il est manifeste que la physique moderne répond à ces critères ; ainsi sommes-nous tenté, en utilisant notre définition, de tester les différentes recherches de façon à la fois diachronique et synchronique.

1.3.1. EXPLORATION DIACHRONIQUE

Que dire des travaux effectués au XVIII^{ème} siècle et antérieurement, nous pensons plus particulièrement aux recherches des naturalistes comme LINNÉ et BUFFON.

A première vue nos propos précédents devraient les rejeter du monde de la science. En fait il n'en est rien. Ils étaient, au sein de la science, à une époque où celle-ci était encore immature, bloquée à un stade de son processus. BUFFON et LINNÉ ont observé, décrit, comparé, classé de façon remarquable, mais ils n'ont pas eu le temps, ou ils n'ont pas su, compte tenu de leur époque, récolter les fruits de leur long travail de défrichage. Les concepts étaient alors très fixistes et statiques.

1.3.2. EXPLORATION SYNCHRONIQUE

Où situer la biologie et la physiologie par exemple ?

L'un des aspects actuels de la science, c'est de reproduire à volonté le phénomène que l'on veut observer. Cela se conçoit assez facilement en physique où les paramètres à contrôler sont relativement peu nombreux et souvent connus.

Dès qu'on aborde le monde du vivant, cette première étape de la démarche scientifique devient plus délicate, et d'autant plus que l'être vivant étudié est plus élaboré, car les paramètres qui règlent le phénomène vivant sont très nombreux, souvent mal connus ou inconnus.

Par exemple, on ne sait pas encore cultiver le virus de l'hépatite.

Le problème se pose à nouveau au moment des tests auxquels la théorie doit être soumise. Tests fondamentaux puisque c'est leur existence même qui, selon POPPER permettent d'établir le critère de falsifiabilité hors duquel il n'y a pas de science.

Quand on aborde la recherche chez l'homme, aux paramètres physiologiques s'ajoute les facteurs psychique et socio-culturel, pratiquement incontrôlables, sauf peut-être quand on s'intéresse à de grandes populations, plutôt qu'à des individus. Mais alors l'objet étudié est la population et les conclusions ne portent que sur elle.

Robert BLANCHÉ constate que "avec les sciences de la vie et les sciences de l'homme apparaissent en effet des concepts fondamentaux qui sont tout à fait étrangers à ceux de la physique et apparemment irréductibles à eux.

On n'y a plus seulement affaire à des lois abstraites, mais aussi à des êtres ; à la considération des faits, s'ajoute maintenant celle des valeurs. On peut sans doute analyser un être comme une intersection de lois, mais on laisse ainsi échapper ce caractère essentiel qu'est l'individualité.

On peut aussi regarder les valeurs comme des données de faits, mais ces faits n'en sont pas moins d'une autre nature que ceux auxquels a affaire la science du monde physique ; ils enveloppent des notions comme celles de tendance, de fonction, de succès et d'échec, de normal et de pathologique etc. ... toutes notions qui gravitent autour de celle de finalité". (4).