

LA SCIENCE SA MÉTHODE ET SA PHILOSOPHIE

Troisième édition révisée octobre 2001

MARIO BUNGE

Ce volume contient quatre essais tirés avec de légères modifications de l'œuvre de Mario Bunge: *Metascientific Queries* Springfield, III. Charles C. Thomas, 1959.

Titre original en espagnol: *La ciencia su método y su filosofía*

Traduction et glossaires Adam Herman Relecture Philippe Boukara

La numérotation des pages de la première édition a été conservée pour l'œuvre de Bunge proprement dite, mais pas pour les ajouts de l'éditeur.

Copyright éditions VIGDOR, 2001. ISBN: 2-910243-89-3 Publication communiquée au dépôt légal et à la BNF octobre 2001

Toute reproduction interdite

TABLE DES MATIÈRES

Couvertures

Chapitre I: Qu'est-ce que la science?

1. Introduction.
2. Science formelle et science factuelle.
3. Inventaire des principales caractéristiques de la science factuelle.

Chapitre II: Quelle est la méthode de la science?

1. La science, connaissance vérifiable.
2. Véracité et vérifiabilité.
3. Les propositions générales vérifiables: hypothèses scientifiques.
4. La méthode scientifique, ars inveniendi?
5. La méthode scientifique comme technique de questionnement et de mise à l'épreuve.
6. La méthode expérimentale.
7. Méthodes théoriques.
8. Sur quoi repose une hypothèse scientifique?
9. La science, technique et art.
10. Le modèle de la recherche scientifique.
11. Portée de la méthode scientifique.
12. La méthode scientifique, un dogme de plus?

Chapitre III: Qu'est ce qu'une loi scientifique?

1. Quatre significations du terme "loi scientifique".
2. Nomenclature proposée.
3. Illustration de ces distinctions.
4. Justification de la distinction entre lois et énoncés de lois.
5. Justification de la nécessité d'autres définitions.

6. Les lois scientifiques sont-elles nécessaires?

7. La causalité est-elle une propriété intrinsèque des lois?

8. Les idéaux de la science et les divers niveaux de signification du mot "loi".

Chapitre IV. Philosopher scientifiquement, aborder la science philosophiquement.

1. Philosophie et science.

2. Disciplines contiguës à l'épistémologie.

3. Sciences et humanités.

4. Les études épistémologiques dans la formation du chercheur.

5. L'apprentissage et l'enseignement de l'épistémologie.

Bibliographie.

œuvres de Bunge

œuvres sur Bunge

ouvrages de référence

Glossaire Répertoire

La présente édition.

CHAPITRE I

QU'EST-CE QUE LA SCIENCE?

1. Introduction.

Alors que les animaux inférieurs se contentent d'être dans le monde, l'homme essaye de le comprendre; et, sur la base de sa compréhension imparfaite bien que perfectible, il tente de maîtriser ce monde pour le rendre plus confortable. Dans cette démarche, il construit un monde artificiel, à savoir ce corpus croissant d'idées, appelé "science", que l'on peut caractériser comme connaissance rationnelle, systématique, exacte, vérifiable et, en conséquence, faillible. À travers la recherche scientifique, l'homme est parvenu à une reconstruction conceptuelle du monde qui est de plus en plus large, profonde et exacte 1.

Un monde est donné à l'homme; sa grandeur n'est pas de supporter ou de mépriser ce monde, mais de l'enrichir au moyen de la construction d'autres univers. Il pétrit et remodèle la nature et la soumet à ses propres besoins; il construit la société et il est construit par elle; il tente ensuite de remodeler ce milieu artificiel pour l'adapter à ses propres besoins, biologiques et spirituels, ainsi qu'à ses rêves: il crée ainsi le monde des objets construits et le monde de la culture. La science en tant qu'activité – en tant que recherche – appartient à la vie sociale; lorsqu'on l'applique à l'amélioration de notre environnement culturel et artificiel, à l'invention et à la fabrication de biens matériels et culturels, la science devient technologie. Toutefois, la science nous apparaît comme la plus brillante et la plus étonnante des productions de la culture lorsque nous la considérons comme un bien en soi, c'est-à-dire comme un système d'idées – la connaissance scientifique – établies provisoirement et comme une activité -recherche scientifique – productrice de nouvelles idées. Nous allons essayer de caractériser la connaissance et la recherche scientifiques telles qu'on les connaît à l'heure actuelle.

2. Science formelle et science factuelle 2.

Il y a des domaines de la recherche scientifique dont le but n'est pas de produire une connaissance objective. Ainsi, la logique et les mathématiques – c'est-à-dire les divers systèmes de logique formelle et les différentes branches des mathématiques pures – sont rationnelles, systématiques et vérifiables, mais elles ne sont pas objectives; elles ne nous donnent pas une information sur la réalité: tout simplement, elles ne s'occupent pas des faits. La logique et les mathématiques ont affaire à des entités idéales; ces entités, qu'elles soient abstraites ou interprétées, n'existent que dans l'esprit humain. Les logiciens et les mathématiciens n'ont pas à proprement parler d'objets d'étude: ils construisent leurs propres objets. Il est vrai que souvent ils y parviennent par abstraction à partir d'objets réels (naturels et sociaux); qui plus est, la tâche du logicien ou celle du mathématicien répond souvent aux attentes du naturaliste, du sociologue ou du technicien; c'est pour cela que la société les tolère et même, actuellement, les encourage. Mais la matière première qu'utilisent les logiciens et les mathématiciens n'est pas factuelle: elle est idéale.

Par exemple, le concept de nombre abstrait est né sans doute de la coordination (c'est-à-dire de la correspondance biunivoque) d'ensembles d'objets matériels tels que des doigts ou des cailloux; mais ceci ne signifie pas qu'un tel concept se réduise à ces opérations manuelles, pas plus qu'aux signes dont nous nous servons pour les représenter. Les nombres n'ont pas d'existence en dehors de nos esprits et, même à l'intérieur de ceux-ci, ils existent sous forme conceptuelle et non pas physiologique. Les objets matériels peuvent être nombrés à condition d'être discontinus; mais ils ne sont pas des nombres tout comme leurs qualités et leurs relations ne sont pas non plus des nombres purs (c'est-à-dire abstraits). Dans le monde réel, nous trouvons 3 livres, dans le monde de la fiction, nous construisons 3 soucoupes volantes. Mais qui a jamais rencontré un 3, un simple 3?

La logique et les mathématiques, en s'occupant d'inventer des objets formels et d'établir des rapports entre eux, sont souvent appelées sciences formelles précisément parce que leurs objets ne sont pas des choses ni des processus, mais, pour employer un langage imagé, des formes vides dans lesquelles nous pouvons verser une variété illimitée de contenus, aussi bien factuels qu'empiriques. Nous pouvons, autrement dit, établir des

correspondances entre ces formes (ou objets formels), d'une part, et des choses ou processus appartenant à n'importe quel niveau de la réalité, d'autre part. C'est ainsi que la physique, la chimie, la physiologie, la psychologie, l'économie et les autres sciences font appel aux mathématiques, dont elles se servent comme outil pour accomplir une reconstruction très précise des rapports complexes que l'on trouve entre les faits et entre les divers aspects des faits; ces sciences n'identifient pas les formes idéales avec les objets concrets: elles interprètent les premières en termes de faits et d'expériences (ou, ce qui est équivalent, elles formalisent des énoncés factuels).

Il en est de même pour la logique formelle: certains de ses aspects – en particulier, mais pas exclusivement, la logique propositionnelle bivalente – peuvent être mis en correspondance avec ces entités psychiques que l'on appelle des pensées. Une telle application des sciences de la forme pure à la compréhension du monde des faits est réalisée par l'attribution de différentes interprétations aux objets formels. Ces interprétations sont, dans certaines limites, arbitraires; c'est-à-dire qu'elles trouvent ou non leur justification dans leur succès, leur utilité ou leur échec. En d'autres termes, la signification factuelle ou empirique qu'on attribue aux objets formels n'est pas une propriété intrinsèque de ceux-ci. Les sciences formelles n'entrent donc jamais en conflit avec la réalité. Ainsi s'explique que paradoxalement elles sont, bien que formelles, "applicables" à la réalité: à proprement parler, elles ne s'y appliquent pas, mais elles sont employées dans la vie quotidienne et dans les sciences factuelles, à condition qu'on leur octroie des règles de correspondance adéquates. En somme, la logique et les mathématiques établissent un contact avec la réalité à travers le pont du langage, que celui-ci soit ordinaire ou scientifique.

Nous sommes ainsi en présence d'une première grande division des sciences en sciences formelles (ou idéales) et sciences factuelles (ou matérielles). Cette distinction prend en compte l'objet ou le thème de chaque discipline; elle renvoie également à la différence de nature entre les énoncés que visent, respectivement, les sciences formelles et les sciences factuelles: alors que les énoncés formels consistent en des relations entre des signes, la plupart des énoncés des sciences factuelles se réfèrent à des entités extra-scientifiques, à savoir des événements et des processus. Notre division prend également en compte la méthode par laquelle on met à l'épreuve les énoncés vérifiables: alors que les sciences

formelles se contentent de la logique pour démontrer rigoureusement leurs théorèmes (lesquels auraient pu cependant être devinés par simple induction ou encore par d'autres voies), les sciences factuelles demandent plus que la logique formelle: pour confirmer leurs conjectures, elles ont besoin d'autres éléments, en l'occurrence de l'observation et/ou de l'expérimentation. En d'autres termes, les sciences factuelles doivent examiner les choses et, lorsque c'est possible, essayer délibérément de modifier celles-ci pour tenter de découvrir dans quelle mesure les hypothèses s'adaptent aux faits.

Lorsque l'on démontre un théorème logique ou mathématique, on ne fait pas appel à l'expérience: sont nécessaires et suffisants, pour cela, l'ensemble des postulats, des définitions, des règles de formation des expressions douées de signification et des règles d'inférence déductive – en somme la base de la théorie en question. La démonstration des théorèmes n'est pas autre chose qu'une déduction: c'est une opération confinée à la sphère théorique, même si parfois les théorèmes eux-mêmes (et non pas leurs démonstrations) sont suggérés dans tel ou tel domaine extra-mathématique, et même lorsque leurs preuves (mais non pas leurs découvertes) peuvent être fournies à l'aide d'ordinateurs. Par exemple, toute démonstration rigoureuse du théorème de Pythagore se passe de mesures et emploie des figures seulement à titre d'aide psychologique dans le processus déductif: que le théorème de Pythagore ait été le résultat d'un long processus d'induction, lié à des opérations pratiques de mesures du sol, concerne seulement l'histoire, la sociologie et la psychologie de la connaissance.

Les mathématiques et la logique sont, en somme, des sciences déductives. Le processus constructif, dans lequel l'expérience joue un rôle important pour suggérer des idées, se limite à la formation des points de départ (axiomes). La vérité dans les mathématiques consiste en conséquence dans la cohérence de l'énoncé donné avec un système d'idées préalablement admis: de ce fait, la vérité mathématique n'est pas absolue mais relative à ce système, en ce sens qu'une proposition qui est valable dans une théorie peut devenir logiquement fausse dans une autre. (Par exemple, dans le système arithmétique, dont nous nous servons pour compter les heures, la proposition " $24 + 1 = 1$ " est valable.

Qui plus est, il est possible de développer des théories mathématiques abstraites, c'est-à-dire celles qui, contenant des termes non interprétés (des signes auxquels on n'attribue pas une signification fixe, qui sont par

conséquent susceptibles d'acquérir diverses significations), peuvent être développées sans qu'il y ait à prêter attention au problème de la vérité.

Considérons l'axiome suivant d'une théorie abstraite donnée (non interprétée): "Il existe au moins un x qui est F ". On peut donner un nombre illimité d'interprétations (modèles) de cet axiome en donnant à x et à F un même nombre de significations. Si nous disons que S désigne un point, nous obtenons un modèle géométrique donné; si nous adoptons la convention d'après laquelle L désigne un nombre, nous obtenons un certain modèle arithmétique; et ainsi de suite. Dès que nous "remplissons" la forme vide avec un contenu spécifique (mais encore mathématique), nous obtenons un système d'entités logiques qui ont ce privilège d'être vraies ou fausses au sein d'un système de propositions donné: à partir de là nous aurons affaire au problème de la vérité mathématique. Même dans ce cas, seules les conclusions (théorèmes) devront être vraies: quant aux axiomes, ils pourront être choisis à volonté. On aura gagné la bataille si l'on respecte la cohérence logique, c'est-à-dire si l'on ne viole pas les lois propres au système logique que l'on a décidé d'utiliser.

Dans les sciences factuelles, la situation est entièrement différente. En premier lieu, elles n'emploient pas des symboles vides (variables logiques) mais seulement des symboles interprétés; par exemple, elles n'utilisent pas des expressions telles que " x est F ", qui ne sont ni vraies ni fausses. En deuxième lieu, la rationalité – c'est-à-dire la cohérence avec un système d'idées postulé – est nécessaire, mais pas suffisante pour rendre des énoncés factuels; en particulier, la soumission à un quelconque système de logique est nécessaire, mais elle n'est pas une garantie pour que l'on obtienne la vérité. Outre la rationalité, nous exigeons que les énoncés des sciences factuelles soient vérifiables par l'expérience, soit indirectement (dans le cas des hypothèses générales), soit directement (dans le cas des conséquences spécifiques des hypothèses). Ce n'est qu'après sa soumission aux épreuves de la vérification empirique que l'on pourra considérer un énoncé comme s'accordant à son objet, c'est-à-dire comme vrai, et ceci d'ailleurs, seulement jusqu'à nouvel ordre. C'est pour cela que la connaissance factuelle vérifiable s'appelle science empirique.

En résumé, la cohérence est nécessaire mais pas suffisante dans le domaine des sciences factuelles: pour affirmer qu'un énoncé est (probablement) vrai, il faut des données empiriques (des propositions sur des observations ou des expériences). En dernière instance, seulement

l'expérience peut dire si une hypothèse relative à un certain nombre de faits matériels convient ou non. Le meilleur fondement d'une telle règle méthodologique réside en ceci que, comme l'expérience l'a appris aux hommes, la connaissance factuelle n'est pas conventionnelle: si l'on cherche la compréhension et la maîtrise des faits, on doit prendre l'expérience comme point de départ. Mais l'expérience ne garantit pas que l'hypothèse en question soit la seule vraie: elle nous dit seulement qu'elle convient probablement, sans exclure pour autant la possibilité de voir une recherche ultérieure apporter des résultats plus solides dans la reconstruction rationnelle de la parcelle de réalité que l'on tente de comprendre. Bien que rationnelle, la connaissance factuelle est essentiellement probable; autrement dit: l'inférence scientifique est un réseau d'inférences déductives (démonstratives) et probables (non concluantes).

Les sciences formelles démontrent ou prouvent; les sciences factuelles vérifient (confirment ou infirment) des hypothèses qui, en général, sont provisoires. La démonstration est définitive et concluante; la vérification est incomplète et, donc, provisoire. La nature même de la méthode scientifique interdit la confirmation définitive des hypothèses factuelles. En effet, les chercheurs ne tentent pas seulement d'accumuler des éléments de preuve démontrant leurs hypothèses, en multipliant le nombre de cas qui les confirment; ils essaient également d'obtenir des cas défavorables en se fondant sur le principe logique selon lequel une seule conclusion qui ne s'accorde pas avec ces faits a plus de poids que mille confirmations. De ce fait, alors que les théories formelles peuvent être menées à la perfection (ou à la stagnation), les systèmes théoriques relatifs à des faits sont essentiellement défectueux; ils remplissent ainsi la condition nécessaire pour être perfectibles. En conséquence, si l'étude des sciences formelles peut renforcer l'exercice de la rigueur, la pratique des sciences factuelles peut nous induire à considérer le monde comme inépuisable et l'homme comme un dessein inachevé et inachevable.

Les différences de méthode, de types d'énoncés et de référents qui séparent les sciences formelles des sciences factuelles empêchent, au delà d'un certain point, de les examiner conjointement. Du fait qu'elle constitue une fiction sérieuse, rigoureuse et souvent utile, mais une fiction quand même, la science formelle requiert un traitement à part. Dans ce qui suit, nous nous concentrerons sur la science factuelle. Nous jetterons un coup d'œil sur les caractéristiques particulières des sciences de la

nature et des sciences de la culture dans leur état actuel, en espérant que la science future enrichira ses caractéristiques ou, tout au moins, que les civilisations à venir feront une meilleure utilisation de la connaissance scientifique.

Les traits essentiels des sciences de la nature et de la société sont la rationalité et l'objectivité.

a) La connaissance rationnelle est constituée de concepts, d'énoncés et de raisonnements et non pas de sensations, d'images, de normes de comportement, etc. Sans doute le chercheur perçoit, forme des images (par exemple des modèles visualisables) et réalise des opérations, mais son point de départ comme son point d'arrivée sont des idées. b) La connaissance rationnelle peut combiner ses idées d'après un ensemble de règles logiques, dans le but de produire de nouvelles idées (inférence déductive). Celles-ci ne sont pas entièrement nouvelles d'un point de vue strictement logique, puisqu'elles sont contenues dans les prémisses de la déduction; mais elles sont gnoséologiquement nouvelles, dans la mesure où elles expriment des connaissances dont on n'avait pas conscience avant que la déduction ait été réalisée. c) La connaissance rationnelle n'accumule pas ses idées de façon chaotique ou simplement selon un ordre chronologique; elle les organise en systèmes d'idées, c'est-à-dire en ensembles cohérents de propositions (théories).

Lorsqu'on dit que la connaissance scientifique de la réalité est objective, ceci signifie:

a) qu'elle s'accorde approximativement avec son objet; c'est-à-dire qu'elle cherche à atteindre la vérité factuelle. b) qu'elle vérifie l'adaptation des idées aux faits, à travers un commerce particulier avec les faits (observation et expérimentation), cet échange étant susceptible d'être contrôlé et, jusqu'à un certain point, d'être reproduit.

Ces deux traits de la science factuelle, la rationalité et l'objectivité, sont intimement soudés. Ainsi, ce qu'on vérifie en général au moyen de l'expérimentation est une conséquence spécifique – tirée par voie déductive – d'une hypothèse spécifique. Autre exemple: non seulement le calcul suit l'observation, mais il est indispensable pour la planifier et pour en dresser l'inventaire. La rationalité et l'objectivité de la connaissance scientifique peuvent être détaillées à travers un ensemble de caractéristiques que nous passerons en revue dans ce qui suit.

3. Inventaire des principales caractéristiques de la science factuelle.

1) La connaissance scientifique est factuelle: elle part des faits, les respecte jusqu'à un certain point et revient toujours à eux. La science essaye de décrire les faits tels qu'ils sont, indépendamment de leur valeur émotionnelle ou commerciale: elle ne poétise pas les faits et elle ne les vend pas, même si ses exploits sont une source de poésie ou de commerce. Dans tous les domaines, la science commence par établir des faits; ceci implique une curiosité impersonnelle, une méfiance par rapport à l'opinion en vigueur et un goût de la nouveauté.

Les énoncés factuels confirmés s'appellent d'habitude "données empiriques"; on les obtient à l'aide de théories (même schématiques) et ils constituent à leur tour la matière première de toute élaboration théorique. Certaines données empiriques sont de type quantitatif; les données numériques et métriques sont disposées souvent dans des tables, parmi lesquelles les plus importantes sont les tables de constantes (telles que celles des points de fusion des différentes substances). Mais le recueil des données et leur disposition ultérieure dans des tables n'est pas la finalité essentielle de la recherche: des informations de ce type doivent être intégrées à des théories pour pouvoir devenir un outil d'intelligence et d'application. À quoi sert de connaître la densité du fer si nous n'avons pas de formules au moyen desquelles il serait possible de le mettre en relation avec d'autres quantités?

Il n'est pas toujours possible, ni même désirable de respecter entièrement les faits lorsqu'on les analyse, et il n'y a pas de science sans analyse, même lorsque celle-ci n'est qu'un moyen pour la reconstruction rationnelle de la totalité. Le physicien atomique perturbe l'atome qu'il désire explorer; le biologiste modifie, et peut même tuer l'être vivant qu'il analyse; l'anthropologue obstiné dans l'étude de terrain d'une communauté y provoque certaines modifications. Aucun d'entre eux n'appréhende son objet tel qu'il est, mais tel que celui-ci résulte des modifications opérées sur lui; toutefois, dans tous les cas, de tels changements sont objectifs, et l'on présume qu'ils peuvent être compris en termes de lois: ils ne sont pas traités arbitrairement par l'expérimentateur. Qui plus est, dans tous les cas, le chercheur tente de décrire les caractéristiques et l'ordre de grandeur de la perturbation qu'il

provoque en effectuant l'expérimentation. Il essaye, en somme, d'évaluer la déviation ou l' "erreur" produites par son intervention active. Car les chercheurs opèrent en présupposant tacitement que le monde, en leur absence, existerait quand même, mais bien sûr pas exactement de la même manière.

2) La connaissance scientifique transcende les faits: elle en rejette certains, en produit de nouveaux et les explique. Le sens commun part des faits et s'en tient à eux: souvent il se limite au fait isolé, sans pousser trop loin le travail de mettre celui-ci en rapport avec d'autres, ou de l'expliquer. Par contre, la recherche scientifique ne se limite pas aux faits observés: les chercheurs scrutent la réalité afin d'aller au delà des apparences; ils refusent la majorité des faits perçus, car ils ne représentent qu'un amas d'accidents, ils sélectionnent ceux qui leur semblent pertinents, ils contrôlent les faits et, dans la mesure du possible, les reproduisent. Ils produisent même des nouveautés, qui peuvent être des instruments aussi bien que des particules; ils obtiennent des composés chimiques nouveaux, de nouvelles variétés végétales et animales et, au moins en principe, ils créent de nouveaux modèles de comportement individuel et social.

Qui plus est, les chercheurs n'acceptent habituellement de nouveaux faits que s'ils peuvent garantir d'une manière ou d'une autre leur authenticité; ce qui est réalisé moins en les comparant avec d'autres qu'en montrant qu'ils sont compatibles avec ce que l'on sait déjà. Les chercheurs rejettent les impostures et les tours de passe-passe magiques dans la mesure où ils ne cadrent pas avec des hypothèses très générales et dignes de foi, qui ont été éprouvées à de nombreuses occasions. Autrement dit, les chercheurs ne considèrent pas leur propre expérience comme un tribunal sans appel; ils se fondent, en revanche, sur l'expérience collective et sur la théorie.

Qui plus est, la connaissance scientifique rend rationnelle l'expérience au lieu de se limiter à la décrire; la science rend compte des faits, non pas en en dressant un inventaire, mais en les expliquant au moyen d'hypothèses (en particulier des énoncés de lois) et de systèmes d'hypothèses (théories). Les chercheurs établissent des conjectures sur ce qu'il y a au delà des faits observés, et ils inventent continuellement des concepts (comme ceux d'atome, champ, masse, énergie, adaptation, sélection naturelle, classe sociale ou tendance historique) manquant de référents empiriques, c'est-à-dire ne correspondant pas à des perceptions, même lorsque l'on peut présumer qu'ils se rapportent à des choses, des qualités ou des relations existant objectivement. Nous ne percevons pas les champs électriques ni

les classes sociales: nous concluons à leur existence à partir de faits expérimentaux, et de tels concepts sont significatifs seulement dans certains contextes théoriques.

Ce dépassement de l'expérience immédiate, ce saut du niveau de l'observé au niveau théorique, permet à la science de considérer avec méfiance les énoncés suggérés par de simples coïncidences; il lui permet de prédire l'existence réelle de choses et de processus à première vue cachés, mais que certains instruments plus puissants (matériels ou conceptuels) pourraient atteindre. La divergence entre les prévisions théoriques et les acquis empiriques compte parmi les motivations les plus puissantes pour édifier des théories nouvelles et imaginer de nouvelles expériences. Ce ne sont pas les faits eux-mêmes, mais leur élaboration théorique et la comparaison des conséquences des théories avec les données de l'observation, qui sont la source principale de la découverte de nouveaux faits.

3) La science est analytique: la recherche scientifique aborde des problèmes délimités, un à un, et essaye de décomposer le tout en ses éléments (pas nécessairement ultimes ni même réels). La recherche scientifique ne se pose pas de questions telles que: "à quoi ressemble l'univers dans son ensemble?", "comment la connaissance est-elle possible?". Elle essaye par contre de saisir toute situation d'ensemble à travers ses éléments constitutifs; elle tente de découvrir les composants de chaque totalité et les interconnexions qui expliquent leur intégration en un tout.

Les problèmes que traite la science sont partiels, et, en conséquence, leurs solutions le sont aussi. Qui plus est, au début les problèmes sont étroits, ou il est nécessaire de les rétrécir. Mais à mesure que la recherche évolue, sa portée s'élargit. Les résultats de la science sont généraux, aussi bien en ce sens qu'ils se réfèrent à des classes d'objets (par exemple: la pluie), que parce qu'ils sont ou tendent à être incorporés à des synthèses conceptuelles qui sont les théories. L'analyse des problèmes et des choses est moins un but en soi qu'un outil pour construire des synthèses théoriques. La science authentique n'est ni atomiste ni totaliste, mais systématique.

La recherche commence par décomposer ses objets afin de découvrir le "mécanisme" interne responsable des phénomènes observés. Mais le démontage du mécanisme ne s'arrête pas lorsque l'on a cherché la nature

des parties: ensuite vient l'examen de l'interdépendance des parties, l'étape finale étant la tentative de reconstruire la totalité en se fondant sur ses parties reliées entre elles. L'analyse n'implique pas l'oubli de la totalité; loin de dissoudre l'intégration, l'analyse est la seule manière connue de découvrir de quelle manière émergent, subsistent et se désintègrent les totalités. La science n'ignore pas la synthèse; mais elle refuse la prétention irrationnelle à appréhender les synthèses par une intuition spéciale³, sans analyse préalable.

4) La recherche scientifique est spécialisée: la spécialisation est une conséquence de l'approche analytique des problèmes. Malgré l'unité de la méthode scientifique, son application dépend, dans une large mesure, de son objet; ceci explique la multiplicité des techniques et la relative indépendance des différents secteurs de la science.

Toutefois, il ne faut pas exagérer la diversité des sciences au point d'effacer leur unité méthodologique. L'ancien dualisme matière-esprit avait suggéré la division des sciences en *Naturwissenschaften*, ou sciences de la nature, et *Geisteswissenschaften*, ou sciences de l'esprit. Mais ces genres diffèrent quant à la matière, aux techniques et au degré de développement, et non pas en ce qui concerne l'objectif, la méthode ou la portée. Le dualisme raison-expérience avait suggéré, à son tour, la division des sciences en sciences rationnelles et sciences empiriques, division qui n'est pas non plus adéquate, dans la mesure où toutes les sciences sont à la fois rationnelles et empiriques. La dichotomie sciences déductives-sciences inductives est encore moins défendable puisque toute entreprise scientifique – y compris dans le domaine des sciences formelles – relève autant de l'induction que de la déduction, sans parler même d'autres types d'inférence.

La spécialisation n'a pas fait obstacle à la formation de champs interdisciplinaires, tels que la biophysique, la biochimie, la psychophysiologie, la psychologie sociale, la théorie de l'information, la cybernétique ou la recherche opérationnelle. Malgré tout, la spécialisation tend à rétrécir le panorama du chercheur individuel; la professionnalisation unilatérale ne connaît qu'un seul remède efficace: une certaine dose de philosophie.

5) La connaissance scientifique est claire et précise: ses problèmes sont distincts, ses résultats sont clairs⁴. En revanche la connaissance ordinaire est en général vague et inexacte; dans la vie de tous les jours, nous ne

nous préoccupons guère de donner des définitions précises, des descriptions exactes ou des mesures affinées; si celles-ci retenaient trop notre attention, nous ne réussirions pas à avancer au rythme de la vie. La science rend précis ce que le sens commun connaît de manière nébuleuse; mais, cela va de soi, la science est bien plus que du sens commun organisé: bien qu'elle provienne du sens commun, elle constitue une rébellion contre son caractère vague et superficiel. La connaissance scientifique procure la précision; elle n'est jamais entièrement débarrassée de l'imprécision, mais elle imagine des manières d'améliorer l'exactitude; elle n'est jamais entièrement débarrassée de l'erreur, mais elle possède une technique propre pour dépister les erreurs et pour en tirer bénéfice.

On obtient la clarté et la précision en science de la façon suivante:

a) Les problèmes sont formulés de façon claire; avant toute chose, – et c'est souvent le plus difficile – il faut distinguer quels sont les problèmes; il n'y a pas d'artillerie analytique ou expérimentale qui puisse être efficace si l'ennemi n'est pas dûment repéré.

b) La science part de notions, qui semblent claires au non-initié, et les complique, les rectifie et, éventuellement, les récuse; la transformation progressive des notions courantes s'effectue à travers leur intégration dans des schémas théoriques. Ainsi, par exemple, la "distance" acquiert un sens précis lorsqu'elle est intégrée dans la géométrie métrique et dans la physique.

c) La science définit la majorité de ses concepts: cependant certains d'entre eux sont utilisés comme concepts non définis ou primitifs, d'autres comme définis implicitement de par leur fonction dans un système théorique (définition contextuelle). Les définitions sont conventionnelles, mais on ne les choisit pas par caprice: elles doivent être utiles et fécondes. (À quoi bon, par exemple, donner un nom spécial à l'ensemble des filles qui ont des taches de rousseur et qui font des études d'ingénieur et dont le poids est supérieur à 50 kg?) Une fois une définition choisie, le discours qui s'ensuit doit lui être fidèle si l'on veut éviter les incohérences.

d) La science crée des langages artificiels, en inventant des symboles (des mots, des signes mathématiques, des symboles chimiques, etc.); on attribue à ces signes des significations déterminées au moyen de règles de désignation (comme par exemple: "dans le contexte actuel, H désigne

l'élément de poids atomique unitaire"). Les symboles de base seront aussi simples que possible, mais ils pourront se combiner, conformément à des règles déterminées, pour créer des configurations aussi complexes qu'il sera nécessaire (les lois de combinaison des signes qui interviennent dans la production d'expressions complexes s'appellent règles de formation).

e) La science essaye toujours de mesurer les phénomènes et de les répertorier. Les nombres et les formes géométriques ont une grande importance dans l'inventaire, la description et l'intelligence des faits et des processus. Dans la mesure du possible, ces données sont disposées dans des tableaux ou résumées en formules mathématiques. Toutefois, la formulation mathématique, toute désirable qu'elle soit, n'est pas une condition indispensable pour que la connaissance soit scientifique; ce qui caractérise la connaissance scientifique est l'exactitude dans un sens général, plutôt que l'exactitude numérique ou métrique, qui est inutile si subsiste l'imprécision conceptuelle. Qui plus est, la recherche scientifique emploie de manière croissante des branches non numériques et non métriques de la mathématique, telles que la topologie, la théorie des groupes ou l'algèbre des classes, qui ne sont pas des sciences du nombre ou de la figure mais de la relation.

6) La connaissance scientifique est communicable: elle est non pas ineffable, mais susceptible d'être exprimée; elle n'est pas privée mais publique. Le langage scientifique transmet une information à quiconque a été formé pour le comprendre. Il y a, sans doute, des sentiments obscurs et des notions diffuses, même dans le développement de la science (mais pas dans la présentation finale du travail scientifique); il est justement nécessaire de les éclairer pour pouvoir évaluer leur pertinence. L'ineffable relève du registre de la poésie ou de la musique, pas de celui de la science, dont le langage est informatif et non suggestif ou prescriptif. L'ineffable lui-même est, à son tour, objet d'investigation scientifique, soit en psychologie, soit en linguistique.

La communicabilité est rendue possible par la précision; et elle est à son tour une condition nécessaire pour la vérification des données empiriques et des hypothèses scientifiques. Même lorsque, pour des "raisons" commerciales ou politiques, des parcelles du savoir sont maintenues secrètes pendant un temps, celles-ci doivent être en principe communicables, pour pouvoir être considérées comme scientifiques. La communication des résultats et des techniques de la science perfectionne l'éducation générale, mais aussi multiplie les possibilités de confirmation

et de réfutation. La vérification indépendante offre les garanties techniques et morales les plus grandes et elle est à présent possible à l'échelle internationale. De ce fait, les chercheurs tiennent le secret en matière scientifique comme ennemi du progrès de la science; la politique du secret scientifique est, en effet, la cause la plus sûre de stagnation dans la culture, dans la technologie et dans l'économie, ainsi qu'une source de corruption morale.

7) La connaissance scientifique est vérifiable: elle doit passer l'épreuve de l'expérience. Afin d'expliquer un ensemble de phénomènes, le chercheur invente des conjectures fondées d'une manière ou d'une autre sur le savoir acquis. Ses hypothèses peuvent être prudentes ou audacieuses, simples ou complexes; dans tous les cas, elles doivent être mises à l'épreuve. Le test des hypothèses factuelles est empirique, c'est-à-dire observationnel ou expérimental. La prise de conscience de cette vérité, qui est devenue aujourd'hui un lieu commun, est la contribution immortelle de la science grecque. Dans ce sens, les idées scientifiques (y compris les énoncés des lois) ne sont pas supérieures aux instruments ou aux vêtements; si elles échouent dans la pratique, elles échouent entièrement.

L'expérimentation peut creuser plus profondément que l'observation, parce qu'elle effectue des changements au lieu de se limiter à dresser un inventaire des variations: elle isole et contrôle les variantes significatives ou pertinentes. Toutefois, les résultats expérimentaux sont rarement susceptibles d'interprétation univoque. Qui plus est, toutes les sciences ne peuvent pas procéder à des expérimentations; et dans certaines branches de l'astronomie et de l'économie on atteint une grande exactitude sans l'aide de l'expérimentation. De ce fait la science factuelle est empirique au sens où la mise à l'épreuve des hypothèses exigerait l'expérience; mais elle n'est pas nécessairement expérimentale et, en particulier, elle ne se réduit pas aux sciences de laboratoire, telles que la physique.

La règle selon laquelle les hypothèses scientifiques doivent être capables de passer l'épreuve de l'expérience est l'un des principes de la méthode scientifique 5; l'application de cette règle dépend du type d'objet, ou d'hypothèse en question et des moyens dont on dispose. De ce fait, il faut une multiplicité de techniques de vérification empirique. La vérification de la formule d'un composé chimique se fait d'une manière très différente de celle d'un calcul astronomique ou d'une hypothèse relative au passé des roches ou des hommes. Les techniques de vérification évoluent avec

le temps; elles consistent néanmoins dans tous les cas à mettre à l'épreuve les conséquences partielles d'hypothèses générales (notamment des énoncés de lois). Elles se réduisent toujours à démontrer que l'on est fondé, ou non, à croire que les suppositions en question correspondent aux faits observés ou aux valeurs mesurées.

La vérifiabilité touche à l'essence de la connaissance scientifique; s'il n'en était pas ainsi, on ne pourrait pas dire que les chercheurs tentent d'atteindre la connaissance objective.

8) La connaissance scientifique est méthodique: elle n'est pas erratique mais planifiée. Les chercheurs n'avancent pas à tâtons dans l'obscurité: ils savent ce qu'ils cherchent et comment le trouver. La planification de la recherche n'exclut pas le hasard; mais en faisant une place aux événements imprévus, il est possible de tirer parti de l'interférence du hasard ou de la nouveauté imprévue. Qui plus est, le chercheur produit parfois délibérément le hasard. Pour être sûr, par exemple, de l'uniformité d'un échantillon et pour se protéger contre une préférence inconsciente dans le choix de ses éléments, on détermine de manière aléatoire (par pile ou face, ou par n'importe quelle autre méthode) la composition de certains groupes. De cette manière, le chercheur met le hasard au service de l'ordre; ceci n'est pas paradoxal, parce que le hasard agit sur les individus comme l'ordre sur le groupe en tant que totalité.

Tout travail de recherche se fonde sur les connaissances existantes et en particulier sur les conjectures les mieux confirmées. (L'un des nombreux problèmes de la méthodologie est précisément de déterminer quels sont les critères pour décider si une hypothèse donnée peut être considérée comme raisonnablement confirmée, c'est-à-dire si le poids que lui confèrent ses fondements, inductifs ou autres, suffit pour la conserver). Qui plus est, la recherche procède conformément à des règles et des techniques qui se sont avérées efficaces par le passé, mais qui sont continuellement perfectionnées, non seulement à la lumière de nouvelles expériences, mais aussi à la suite de réexamens mathématiques et philosophiques. L'une des règles de procédure de la science factuelle est la suivante: les variables pertinentes (ou celles dont on soupçonne la pertinence) devraient être soumises à variation à tour de rôle.

La science factuelle a recours à la méthode expérimentale prise au sens large. Cette méthode consiste dans le test empirique de conclusions particulières extraites d'hypothèses générales (telles que "les gaz se

dilatent sous l'effet de la chaleur" ou bien "les hommes se révoltent lorsqu'on les opprime"). Ce type de vérification requiert la manipulation, l'observation et l'inventaire des phénomènes; il exige également le contrôle des variables ou des facteurs pertinents; chaque fois que ce sera possible, il devra inclure la production artificielle délibérée des phénomènes en question et, dans tous les cas, il exige l'analyse des données obtenues au cours des manipulations empiriques. Les données isolées et brutes sont inutiles et ne sont pas fiables; il faut les élaborer, les organiser et les confronter avec les conclusions théoriques.

La méthode scientifique ne fournit pas de recettes infaillibles pour trouver la vérité: elle contient seulement un ensemble de prescriptions faillibles (perfectibles) pour la planification des observations et des expériences, pour l'interprétation des résultats et pour l'énoncé même des problèmes. Voici, en somme, la façon dont la science pénètre dans l'inconnu. Nous trouvons, à côté des règles générales de la méthode scientifique, et subordonnées à elles, les diverses techniques que l'on emploie dans des sciences particulières: les techniques pour peser, observer au microscope, analyser les composés chimiques, dessiner des graphiques résumant des données empiriques, réunir des informations au sujet des coutumes, etc. La science est, donc, prisonnière de ses propres méthodes et techniques tant que celles-ci réussissent, mais elle est libre de multiplier et de modifier ses règles à tout moment, dans un souci de plus grande rationalité et d'objectivité.

9) La connaissance scientifique est systématique: une science n'est pas un amas d'informations déconnectées, mais un système d'idées connectées logiquement entre elles. Tout système d'idées, caractérisé par un certain ensemble élémentaire (mais réfutable) d'hypothèses spécifiques et dont le but est de s'accorder à un ensemble de faits, est une théorie. Toute branche d'une science donnée contient des théories ou des systèmes d'idées ayant un rapport logique entre elles, c'est-à-dire organisées d'après la relation d'implication. Cette connexion entre les idées peut être qualifiée d'organique, au sens où la substitution de l'une quelconque des hypothèses de base produit un changement radical dans la théorie ou dans un ensemble de théories.

Le fondement d'une théorie donnée n'est pas un ensemble de faits, mais plutôt un ensemble de principes ou d'hypothèses d'un certain degré de généralité (et possédant, en conséquence, une certaine fécondité logique). Les conclusions (ou théorèmes) peuvent être extraits des principes, soit

naturellement, soit à l'aide de techniques spéciales qui impliquent des opérations mathématiques.

Le caractère mathématique de la connaissance scientifique – c'est-à-dire le fait que celle-ci est fondée, ordonnée et cohérente – est ce qui la rend rationnelle. La rationalité permet au progrès scientifique de s'effectuer non seulement par accumulation graduelle de résultats, mais aussi par révolution. Les révolutions scientifiques ne constituent pas des découvertes de nouveaux faits isolés; elles ne sont pas non plus de simples perfectionnements dans l'exactitude de nos observations, mais elles consistent en la substitution de nouveaux axiomes à des hypothèses de grande portée (ou principes) et dans le remplacement de théories entières par d'autres systèmes théoriques. De pareilles révolutions sont néanmoins souvent provoquées par la découverte de nouveaux faits dont les théories précédentes ne rendent pas compte, bien que parfois nous trouvions ces faits dans le processus de mise à l'épreuve de telles théories; quant aux nouvelles théories, elles deviennent souvent vérifiables, grâce à l'invention de nouvelles techniques de mesure de plus grande précision.

10) La connaissance scientifique est générale: elle inscrit les faits singuliers dans des modèles généraux, les énoncés particuliers dans des schémas larges. Le chercheur s'occupe du fait singulier dans la mesure où celui-ci appartient à une classe, ou s'il est un cas particulier d'une loi; qui plus est, il présuppose que tout fait est susceptible de classification et de soumission à une loi. Ce n'est pas que la science ignore la chose individuelle ou le fait non reproductible; ce qu'elle ignore est le fait isolé. C'est pourquoi la science ne se sert pas des données empiriques – qui sont toujours singulières – en tant que telles; les données sont muettes tant qu'on ne les manipule pas et aussi longtemps qu'elles restent en dehors d'une structure théorique.

En effet, l'un des principes ontologiques sous-jacents à toute investigation scientifique est que la variété et même l'unicité sur certains plans sont compatibles avec l'uniformité et la généralité sur d'autres plans. Le chimiste ne s'intéresse pas à tel ou tel feu, mais au processus de la combustion en général; il tente de découvrir ce qui est commun à tous les cas singuliers. Le chercheur tente de mettre à nu l'universel qui se cache au sein de chaque singularité; autrement dit, il ne considère pas l'universel ante rem ni post rem, mais in re: dans la chose elle-même et non pas avant ni après elle. La scolastique médiévale aurait qualifié le

chercheur moderne de réaliste immanentiste, parce qu'en écartant les détails, en s'efforçant de découvrir les traits communs d'individus qui sont uniques à certains égards, en cherchant les variables pertinentes (ou qualités essentielles) et les rapports constants entre elles (les lois), le chercheur tente de mettre à nu la nature essentielle des choses naturelles et humaines.

Le langage scientifique ne contient pas seulement des termes qui désignent des faits singuliers et des expériences individuelles, mais aussi des termes généraux qui se réfèrent à des classes de faits. Le langage de la science dans sa généralité n'a pas pour but d'éloigner la science de la réalité concrète: la généralisation est au contraire le seul moyen connu pour pénétrer au plus profond du concret, pour saisir l'essence des choses (leurs qualités et lois essentielles). Par là, le chercheur se met à l'abri, jusqu'à un certain point, des confusions et des erreurs provoquées par le flux vertigineux des phénomènes. Il ne noie pas non plus l'utilité dans la généralité: au contraire, les schémas généraux de la science embrassent une quantité illimitée de cas spécifiques, en fournissant des lois de vaste portée qui intègrent et corrigent toutes les recettes considérées comme valables par le sens commun et la technique pré scientifique.

11) La connaissance scientifique cherche des lois: elle cherche des lois (de la nature et de la culture) et elle les applique. La connaissance scientifique insère les faits singuliers dans des normes générales appelées "lois naturelles" ou bien "lois sociales". Au delà du désordre et du caractère mouvant des apparences, la science factuelle découvre les normes régulières de la structure et du processus de l'être et du devenir. Dans la mesure où la science cherche des lois, elle est essentialiste: elle tente d'atteindre la racine des choses. Elle trouve cette essence dans les variables pertinentes et dans les rapports invariants entre celles-ci.

Il y a des lois des faits, et des lois au moyen desquelles l'on peut expliquer d'autres lois. Le principe d'Archimède appartient à la première catégorie; mais, à son tour, il peut se déduire des principes généraux de la mécanique; en conséquence, il cesse de constituer un principe indépendant, et devient un théorème, déductible d'hypothèses d'un niveau plus élevé. Les lois de la physique fournissent la base des lois des combinaisons chimiques: les lois de la physiologie expliquent certains phénomènes psychiques; et les lois de l'économie se rattachent aux fondements de la sociologie. Autrement dit, les énoncés des lois s'organisent en une structure hiérarchique.

Certes, les énoncés des lois sont provisoires; mais les lois elles-mêmes sont-elles immuables? Si l'on considère les lois comme les normes mêmes de l'être et du devenir, alors elles devraient changer en même temps que les choses elles-mêmes; du moins doit-on admettre qu'avec l'émergence de nouveaux phénomènes, leurs qualités particulières se relient entre elles au moyen de lois nouvelles. Par exemple, les lois de l'économie ont émergé au cours de l'histoire sur la base d'autres lois (biologiques et psychologiques); qui plus est, certaines d'entre elles changent suivant le type d'organisation sociale.

Naturellement tous les faits singuliers connus n'ont pas été encore transformés en cas particuliers de lois générales; les événements et processus dont les niveaux de complexité sont très élevés n'ont été interprétés, en particulier, que dans une faible mesure en termes de lois. Mais la raison en est en partie l'ancien préjugé d'après lequel ce qui est humain n'est pas assujéti à des lois, ainsi que l'ancienne croyance pythagoricienne d'après laquelle seuls les rapports numériques méritent le nom de "lois scientifiques". Le stock complet des outils conceptuels devrait être employé dans la recherche des lois de l'esprit et de la culture; qui plus est, il est possible que le stock dont on dispose, soit insuffisant et qu'il soit nécessaire d'inventer des outils entièrement nouveaux pour traiter les phénomènes spirituels et culturels, tout comme la naissance de la mécanique moderne aurait été impossible sans l'invention délibérée du calcul infinitésimal.

Mais la progression du processus de recherche de lois pour les phénomènes non physiques, exige, avant tout, une nouvelle attitude face au concept même de loi scientifique. En premier lieu, il faut comprendre qu'il y a de nombreux types de lois (y compris à l'intérieur d'une même science), aucune d'entre elles n'étant nécessairement meilleure que les autres. En second lieu, le fait qu'on ne parvient pas aux lois par la seule observation ni par simple inventaire, mais par la mise à l'épreuve d'hypothèses, devrait devenir une évidence pour les chercheurs du domaine des sciences de l'esprit: les énoncés des lois ne sont pas autre chose que des hypothèses confirmées. Comment pourrions-nous donc entreprendre l'élaboration d'hypothèses scientifiques si nous ne soupçonnions pas que tout fait singulier est susceptible d'être interprété en termes de lois?

12) La science est explicative: elle tente d'expliquer les faits en termes de lois, et les lois en termes de principes. Les chercheurs ne se contentent

pas de descriptions détaillées; outre leur recherche sur le comment des choses, ils tentent de répondre au pourquoi: pourquoi les faits se produisent d'une certaine façon et pas autrement? La science déduit des propositions relatives à des faits singuliers à partir de lois générales, et déduit les lois à partir d'énoncés nomologiques encore plus généraux (les principes). Les lois de Kepler par exemple, expliquaient un ensemble de faits observés au sujet du mouvement des planètes; et Newton expliqua ces lois en les déduisant de principes généraux; ceci permit par la suite à d'autres astronomes de rendre compte des irrégularités des orbites des planètes, qui étaient ignorées de Kepler.

On croyait autrefois que fournir une explication c'était déterminer une cause, mais, de nos jours, on considère que l'explication causale n'est qu'une forme d'explication scientifique parmi d'autres. L'explication scientifique s'effectue toujours en termes de lois, les lois causales n'étant qu'un sous-ensemble de l'ensemble des lois scientifiques. Il y a divers types de lois scientifiques et, en conséquence, une diversité de types d'explications scientifiques: cinématiques ⁷, probabilistes ⁸, téléologiques ⁹, etc.

L'histoire de la science enseigne que les explications scientifiques sont sans cesse corrigées ou rejetées. Cela signifie-t-il qu'elles sont toutes fausses? Dans la science factuelle, la vérité et l'erreur ne sont pas complètement incompatibles entre elles: il y a des vérités partielles et des erreurs partielles; il y a de bonnes approximations et il y en a de mauvaises. La science n'œuvre pas comme Pénélope, mais se sert de la trame tissée la veille. Les explications scientifiques ne sont pas définitives, mais elles sont perfectibles.

13) La connaissance scientifique est prédictive: elle transcende la masse des faits empiriques en imaginant comment le passé a pu être et comment pourra être l'avenir. La prédiction est, en premier lieu, une manière efficace de mettre à l'épreuve les hypothèses; mais c'est aussi la clé du contrôle ou même des modifications du cours des événements. La prédiction scientifique se fonde, contrairement à la prophétie, sur des lois et sur des informations spécifiques dignes de foi, relatives à l'état de choses actuel ou passé. On ne dira pas "e se produira", mais plutôt "e se produira chaque fois que c se produira, parce que les faits du type de c causent ou accompagnent les faits du type de e".

La prédiction scientifique se caractérise par sa perfectibilité plutôt que par sa certitude. Qui plus est, les prédictions faites à l'aide de règles empiriques sont parfois plus exactes que les prédictions laborieusement fabriquées avec des outils scientifiques (lois, informations spécifiques et déductions); tel est souvent le cas des prévisions météorologiques, de la prognose médicale et de la prophétie politique. Mais, alors que la prophétie n'est pas perfectible et ne peut être utilisée pour mettre une hypothèse à l'épreuve, la prédiction est perfectible et, si elle échoue, elle nous oblige à corriger nos présupposés, atteignant par là à une intelligence plus profonde. De ce fait, la prophétie réalisée n'est pas un apport pour la connaissance théorique, alors que la prédiction scientifique falsifiée peut y contribuer.

Puisque la prédiction scientifique dépend de lois et d'éléments d'information spécifiques, elle peut échouer en raison d'inexactitudes dans les énoncés des lois, ou à cause de l'imprécision de l'information dont on dispose. (Elle peut échouer aussi, naturellement, à cause des erreurs qui se seraient glissées dans le processus d'inférence logique ou mathématique qui mène des prémisses – lois ou informations – aux conclusions (énoncé prédictif). Les divers présupposés concernant la nature de l'objet (système physique, organisme vivant, groupe social, etc.) dont le comportement est censé être prédit, sont une source importante d'échec dans la prédiction. Il peut arriver par exemple que nous soyons persuadés que le système en question est suffisamment isolé des perturbations extérieures, alors qu'en toute rigueur, celles-ci interviennent bien dans le long terme; étant donné que l'isolement est une condition nécessaire à la description du système au moyen de quelques énoncés de lois, on ne devrait pas s'étonner de ce qu'il soit aussi difficile de prédire le comportement de systèmes ouverts tels que les océans, l'atmosphère, l'être vivant ou l'homme.

Puisque la prédiction scientifique se fonde sur les lois scientifiques, il y a autant de classes de prédictions que de sortes d'énoncés nomologiques. Certaines lois nous permettent de prédire des résultats individuels, ce qui ne va pas sans risque d'erreur, lorsque la prédiction se réfère à une valeur numérique. D'autres lois, incapables de nous dire quoi que ce soit sur le comportement des éléments (atomes, personnes, etc.) fondent par contre la prédiction de certaines tendances globales et propriétés collectives d'ensembles constitués d'un grand nombre d'éléments similaires: ce sont les lois statistiques. Les lois de l'histoire sont de ce type; c'est pourquoi la

prédiction des événements particuliers dans le domaine de l'histoire est presque impossible, le cours général des événements étant seul susceptible de prédiction.

14) La science est ouverte: elle ne reconnaît pas les barrières qui a priori pourraient limiter la connaissance. Si une connaissance factuelle n'est pas réfutable en principe, alors elle n'appartient pas à la science mais à un quelconque autre domaine. Les notions portant sur notre milieu social ou naturel, ou sur le moi, ne sont pas des notions définitives: elles sont toutes en mouvement, toutes faillibles. Il est toujours concevable que puisse surgir une situation nouvelle (de nouvelles informations ou de nouveaux travaux théoriques) dans laquelle nos idées, toutes établies qu'elles nous paraissent, s'avéreraient inadéquates dans un sens ou dans un autre. La science méconnaît les axiomes évidents: même les principes les plus généraux et les plus sûrs sont des postulats qui peuvent être corrigés ou remplacés. En raison du caractère hypothétique des énoncés des lois, et de la nature perfectible des données empiriques, la science est un système non pas dogmatique ni fermé, mais sujet à controverse et ouvert. Ou plutôt, la science est un système ouvert, parce qu'elle est faillible et en conséquence capable de progrès. On peut objecter que la science est méthodologiquement close, non pas parce que les règles de la méthode seraient définitives, mais parce qu'elle est autocorrective: l'exigence de la vérifiabilité des hypothèses scientifiques suffit pour assurer le progrès scientifique.

Aussitôt établie, une théorie scientifique est exposée à la réfutation ou, tout au moins, à ce que l'on restreigne son domaine de validité. Un système clos de connaissance factuelle, excluant toute recherche ultérieure, peut être appelé du nom de sagesse, mais il est en vérité un détritrus de la science. Le savant moderne, à la différence de l'ancien, est moins un accumulateur de connaissances qu'un générateur de problèmes. En conséquence, il préfère les derniers numéros des revues spécialisées aux manuels, même si ceux-ci sont des vecteurs de vérités plus vastes et plus dignes de foi que ne le sont celles-là. Le chercheur moderne aime la vérité mais ne s'intéresse pas aux théories irréfutables. Une théorie peut être demeurée intacte moins en raison de son haut degré de contenu de vérité, que du fait que personne ne s'est intéressé à elle. Il n'est pas nécessaire d'entreprendre une recherche empirique pour prouver la tautologie selon laquelle même les chercheurs n'épousent pas des vieilles filles.

Les systèmes modernes de connaissance scientifique sont semblables à des organismes en cours de croissance: tant qu'ils vivent, ils changent sans cesse. C'est là une des raisons pour lesquelles la science est importante du point de vue éthique: parce qu'elle nous rappelle que rectifier l'erreur est aussi nécessaire que ne pas la commettre, et qu'il vaut mieux essayer des voies nouvelles et risquées que vénérer les voies anciennes et sûres. La science, comme les organismes, change à la fois pour des raisons internes et à cause de ses contacts extérieurs, c'est-à-dire en résolvant ses problèmes spécifiques et en se rendant utile dans d'autres domaines.

15) La science est utile: parce qu'elle cherche la vérité, la science est efficace dans la production d'outils pour le meilleur et pour le pire. La connaissance ordinaire s'occupe en général d'obtenir des résultats susceptibles d'applications immédiates; de ce fait, elle n'est pas suffisamment vraie et en conséquence pas assez efficace. Lorsqu'on dispose d'une connaissance adéquate des choses, il est possible de les manipuler avec succès. L'utilité de la science est une conséquence de son objectivité: sans prétendre nécessairement atteindre des résultats applicables, la recherche en fournit à long ou à court terme. La société moderne finance la recherche parce qu'elle a compris que la recherche rapporte. Il est redondant, pour cette raison, d'encourager les chercheurs à produire des connaissances applicables: ils ne peuvent pas ne pas le faire. C'est l'affaire des techniciens d'employer la connaissance scientifique à des fins pratiques, et il revient aux politiciens de faire en sorte que la science et la technologie soient employées au bénéfice de l'humanité. Les chercheurs peuvent, tout au plus, donner des conseils sur la manière dont on peut faire un usage rationnel, efficace et moral de la science.

La technique préscientifique était à l'origine un ensemble de recettes pragmatiques dont on ignorait le sens et parmi lesquelles beaucoup avaient un rôle de rite magique. La technologie moderne est, de plus en plus – mais pas exclusivement – de la science appliquée. L'ingénierie est de la physique et de la chimie appliquées, la médecine de la biologie appliquée, la psychiatrie est de la psychologie et de la neurologie appliquées; et un jour devrait aussi arriver où la politique serait de la sociologie appliquée.

Mais la technologie n'est pas que de la science appliquée: d'abord parce qu'elle a ses propres procédés de recherche adaptés à des circonstances concrètes qui diffèrent des cas théoriques que la science étudie; en second

lieu, parce que toutes les branches de la technologie contiennent un ensemble de règles empiriques découvertes avant les principes scientifiques dans lesquels, si ces règles se confirment, elles finissent par être absorbées. La technologie ne résulte pas simplement de l'application de la connaissance scientifique existante à des problèmes pratiques: elle est essentiellement l'approche scientifique de ces problèmes pratiques, c'est-à-dire leur traitement sur la base d'une connaissance scientifique et à l'aide de la méthode scientifique. De ce fait, la technologie, qu'elle soit celle des choses ou celle des hommes, est source de nouvelles connaissances.

La connexion de la science avec la technologie n'est en conséquence pas asymétrique. Tout progrès technologique pose des problèmes scientifiques dont la solution peut consister en l'invention de nouvelles théories, ou de nouvelles techniques d'investigation, conduisant à une connaissance plus rapprochée et à une plus grande maîtrise du sujet. La science et la technologie constituent un cycle de systèmes en interaction qui se nourrissent l'un l'autre. Le chercheur rend intelligible ce que fait le technicien, et celui-ci fournit à la science des instruments et des vérifications; aussi important est le fait que le technicien ne cesse de poser des questions à l'homme de science, ajoutant ainsi une motivation externe à la motivation interne du progrès scientifique. La continuité de la vie sur la terre dépend du cycle du carbone: les animaux se nourrissent de plantes, qui obtiennent le carbone de l'exhalation des animaux; de la même manière, la continuité de la civilisation moderne dépend, en grande mesure, du cycle de la connaissance: la technologie moderne se nourrit de science et celle-ci dépend à son tour des outils et de la motivation que fournit une industrie d'un haut niveau technologique.

Mais la science est utile d'autres manières encore. Outre le fait qu'elle constitue le fondement de la technologie, la science est utile dans la mesure où on l'emploie à construire des conceptions du monde qui coïncident avec les faits, et dans la mesure où elle favorise l'adoption d'une attitude critique, libre et courageuse demandant aux hommes de mettre correctement à l'épreuve leurs affirmations et leurs arguments. Non moins importante est l'utilité de la science en tant que source de casse-têtes philosophiques passionnants, et en tant que modèle de la recherche philosophique.

En somme, la science est importante en tant qu'arme pour maîtriser la nature et remodeler la société; elle est importante pour elle-même et en

tant que clé de l'intelligence du monde et de l'homme; elle est source d'enrichissement, de discipline et de libération pour notre esprit.

CHAPITRE II

QUELLE EST LA MÉTHODE DE LA SCIENCE?

«The lame in the path outstrips the swift who wander from it” F. Bacon

1. La science, connaissance vérifiable.

Dans sa charmante biographie de Dante (vers 1360), Boccace 1 formulant son opinion – qui ne nous intéresse pas ici – au sujet de l’origine du mot poésie, conclut: “d’autres l’attribuent (cette origine) à d’autres raisons, éventuellement acceptables, mais celle-ci me plaît davantage” 10. Le romancier appliquait à la connaissance de la poésie et de son nom le même critère que l’on pourrait utiliser pour apprécier la poésie elle-même: le goût. Il confondait ainsi des valeurs situées à des niveaux différents: le niveau esthétique, appartenant à la sphère de la sensibilité, et le niveau gnoséologique, qui, bien qu’enraciné dans la sensibilité, est enrichi d’une qualité supplémentaire: la raison.

Une telle confusion n’est pas propre aux seuls poètes: Hume lui-même, dans une œuvre célèbre pour sa critique accablante de beaucoup de dogmes traditionnels, avait choisi le goût comme critère de vérité. Dans son *Treatise of Human Nature* (1739), on peut lire: “Ce n’est pas seulement en poésie et en musique que nous devons suivre notre goût, mais aussi dans la philosophie” (qui contenait à cette époque habituellement la science). Lorsque je suis convaincu d’un quelconque principe, il s’agit en fait d’une idée qui me frappe (strikes) avec une plus grande force. Lorsque je préfère un ensemble d’arguments à d’autres, je ne fais que décider, sur la base de mon sentiment, quelle est la supériorité de son influence”2. Le subjectivisme était ainsi la plage sur laquelle débarquait la théorie psychologue des “idées”, inaugurée par l’empirisme de Locke.

Le recours au goût n’était pas plus mauvais, naturellement que l’argument d’autorité, critère de vérité qui a réussi pendant si longtemps à emprisonner la pensée. Malheureusement, la plupart des gens et même

des philosophes, croient encore – ou agissent comme s'ils croyaient – que la manière correcte de décider de la valeur de vérité d'un énoncé est de le soumettre à l'épreuve d'un autre texte: c'est-à-dire vérifier s'il est compatible avec des (ou déductible de) propos plus ou moins célèbres considérés comme des vérités éternelles, c'est-à-dire des principes infaillibles d'une quelconque école philosophique. On ne compte plus, en effet, les arguments philosophiques qui répondent au schéma suivant: "X se trompe du fait que ce qu'il dit est en contradiction avec ce qu'a écrit le Maître Y" ou bien "Le Xisme est faux parce que ses thèses sont incompatibles avec les propositions fondamentales du Yisme". Les dogmatiques anciens et modernes, à l'intérieur ou à l'extérieur de la profession scientifique, qu'ils soient ou non de bonne foi, opèrent de cette manière, même lorsqu'ils ne désirent pas valider des croyances qu'ils ne peuvent tout simplement pas prouver, ni empiriquement, ni rationnellement. Car un dogme est, par définition, toute opinion non confirmée dont on n'exige pas vérification parce qu'on la présuppose vraie et, plus encore, parce qu'on la considère comme source de vérités ordinaires.

Un autre critère de vérité tout aussi répandu a été l'évidence. D'après cette opinion, est vrai tout ce qui semble acceptable à première vue, en dehors de tout examen ultérieur: en somme ce que l'on appréhende intuitivement. Aristote 3 affirmait ainsi que l'intuition "appréhende les premières prémisses" de tout discours et constitue en conséquence "la source d'où émane la connaissance scientifique". Non seulement Bergson, Husserl et d'autres intuitionnistes et irrationalistes partageaient l'opinion selon laquelle les essences peuvent être appréhendées sans médiation; mais encore le rationalisme naïf, comme celui de Descartes, affirme l'existence de principes évidents qui, loin de devoir être soumis à une quelconque preuve, sont la pierre de touche de toute autre proposition, soit formelle, soit factuelle.

Finalement, d'autres ont défendu les "vérités vitales" (ou les "mensonges vitaux"), c'est-à-dire les affirmations dans lesquelles on croit, ou non, simplement par intérêt, indépendamment de leur fondement rationnel et/ou empirique. Le "vrai" est synonyme d' "utile" dans le cas de Nietzsche et des pragmatistes ultérieurs, qui ont exagéré la valeur instrumentale indubitable de la connaissance factuelle au point d'affirmer que "la possession de la vérité, loin d'être (...) une fin en soi, est

seulement un moyen préliminaire pour atteindre d'autres satisfactions vitales" 4.

Demandons au chercheur s'il croit qu'il a le droit d'adhérer à une affirmation, dans le domaine de la science, du seul fait que celle-ci lui plaît, ou qu'il la considère comme un dogme inexpugnable, ou qu'elle lui paraît évidente, ou parce qu'il la trouve utile. Il répondra vraisemblablement plus ou moins ainsi: aucun de ces soi-disant critères de vérité ne garantit l'objectivité, et la connaissance objective est le but de la recherche scientifique. Ce que l'on accepte seulement en vertu du goût, ou de l'autorité, ou d'une évidence apparente (habituelle), ou de l'utilité, cela n'est que croyance ou opinion, mais pas connaissance scientifique. La connaissance scientifique est parfois désagréable, elle contredit souvent les classiques (surtout s'il s'agit d'une nouveauté), elle peut heurter le sens commun et humilier l'intuition 11; enfin elle peut être utile pour certains et pas pour d'autres. En revanche, ce qui caractérise la connaissance scientifique est sa vérifiabilité: elle est toujours susceptible d'être vérifiée (confirmée ou infirmée).

2. Véracité et vérifiabilité.

On notera que nous ne prétendons pas prouver que la connaissance scientifique, par opposition à la connaissance ordinaire, technologique ou philosophique, soit vraie. Certes, fréquemment elle l'est et elle essaye de l'être d'avantage. Mais la connaissance scientifique se caractérise moins par la véracité – qui est son objectif – que par la manière, le moyen ou la méthode utilisés par la recherche scientifique pour poser des problèmes et mettre à l'épreuve les solutions proposées.

Dans certaines occasions, on peut atteindre une vérité par simple consultation d'un texte. Les scientifiques mêmes font appel à un argument d'autorité atténué: ils le font à chaque fois qu'ils emploient des données (empiriques ou formelles) obtenues par d'autres chercheurs – ce qu'ils ne peuvent pas ne pas faire, car la science moderne est, de plus en plus, une démarche sociale. Mais, pour grande que soit l'autorité que l'on attribue à une source, on ne la considère jamais comme infaillible: si l'on accepte ses données, ce n'est que provisoirement et parce que l'on présume qu'elles ont été obtenues par les procédés de la méthode scientifique, de telle sorte qu'elles sont susceptibles d'être reproduites par

quiconque serait disposé à appliquer de tels procédés. En d'autres termes, une donnée ne sera considérée vraie, jusqu'à un certain point, que si elle peut être confirmée suivant les canons de la méthode scientifique.

En conséquence, pour qu'une partie du savoir mérite le nom de "scientifique", il ne suffit pas – et il n'est pas non plus nécessaire – qu'elle soit vraie. Nous devons savoir, par contre, de quelle manière nous sommes parvenus à établir, ou à supposer, que l'énoncé en question est vrai: nous devons être capables d'énumérer les opérations (empiriques ou rationnelles) susceptibles de le vérifier (confirmer ou infirmer) d'une manière objective, tout au moins en principe. Ceci n'est qu'une question de définitions: ceux qui ne désirent pas que l'on exige la vérifiabilité de la connaissance doivent s'abstenir d'appeler "scientifiques" leurs propres croyances, même si elles portent de beaux noms composés avec des racines grecques. Ils sont cordialement invités à leur donner d'autres noms plus impressionnants tels que "révélées", "évidentes", "absolues", "vitales", "nécessaires pour l'intérêt de l'État", "indispensables pour la victoire du Parti", etc.

Or, l'observation et même l'analyse ne suffisent pas pour vérifier un énoncé car ce sont les propositions, et non les faits, qui sont vraies ou fausses et qui peuvent en conséquence être vérifiées. Nous prouvons nos affirmations en les confrontant avec d'autres énoncés. L'énoncé susceptible de confirmer (ou infirmer) une théorie, que nous pouvons appeler verificans, dépendra de la connaissance disponible et de la nature de la proposition donnée, qui peut, quant à elle, être appelée verifandum. Les énoncés susceptibles de confirmer une théorie seront relatifs à l'expérience si ce que l'on soumet à l'épreuve est une affirmation factuelle, c'est-à-dire un énoncé portant sur des faits, que ceux-ci aient été soumis à expérimentation ou non. Notons, en passant, que le chercheur a entièrement le droit de spéculer sur des faits non susceptibles d'être soumis à l'expérience, c'est-à-dire qui sont au delà de la portée de l'expérience humaine à une étape donnée du développement de la connaissance; mais dans ce cas, le chercheur est censé pouvoir indiquer les expériences qui permettraient d'inférer tels ou tels faits non observés ou même inobservables; c'est-à-dire qu'il est obligé de fonder ses énoncés factuels sur des expériences connectées, d'une manière ou d'une autre, avec les faits non empiriques qui sont présumés. Il suffit d'évoquer les cas de quelques inobservables célèbres: la face cachée de la

Lune, les ondes lumineuses, les atomes, la conscience, la lutte des classes et l'opinion publique.

Si en revanche, ce qui a été vérifié n'est pas une proposition relative au monde extérieur, mais un énoncé portant sur le comportement des signes (comme par exemple " $2 + 3 = 5$ "), alors les énoncés susceptibles de confirmer la proposition en question seront des définitions, des axiomes et des règles que l'on adopte pour une raison ou pour une autre (par exemple parce qu'elles sont fécondes dans l'organisation des concepts disponibles et dans l'élaboration de nouveaux concepts). En effet, la vérification des affirmations appartenant au domaine des formes (logique et mathématique) ne requiert d'autre instrument matériel que le cerveau: seule la vérité factuelle -comme dans l'exemple "la Terre est ronde" – requiert l'observation ou l'expérience.

En résumé, la vérification des énoncés formels comporte seulement des opérations rationnelles, alors que les propositions qui communiquent une information sur la nature ou la société seront mises à l'épreuve à travers certains procédés empiriques tels que l'inventaire ou la mesure. Car bien que la connaissance des faits ne provienne pas de l'expérience pure – étant donné que la théorie est une composante indispensable du recueil d'informations factuelles -, il n'y a pas d'autre moyen de vérifier nos soupçons que de faire appel à l'expérience, aussi bien passive qu'active
12.

3. Les propositions générales vérifiables: hypothèses scientifiques.

La description qui précède satisfera probablement tout chercheur contemporain qui réfléchit sur sa propre activité. Mais elle ne résoudra pas la question aux yeux du métascientifique ou de l'épistémologue, pour qui les procédés, les normes et parfois même les résultats de la science sont autant de problèmes. En effet, le métascientifique ne peut pas ne pas se demander: quelles sont les affirmations vérifiables? Comment arrive-t-on à ces affirmations? Comment les met-on à l'épreuve et dans quelles conditions peut-on dire qu'elles ont été confirmées? Essayons d'ébaucher une réponse à ces questions.

En premier lieu, pour traiter du problème de la vérification, nous devons nous interroger sur ce que nous pouvons vérifier, puisque toute affirmation – et même toute affirmation significative – n’est pas vérifiable. Ainsi par exemple, les définitions nominales comme “l’Amérique est le continent situé à l’ouest de l’Europe” sont acceptées ou refusées sur la base du goût, de l’intérêt, etc. mais ne peuvent être vérifiées et ceci simplement parce qu’elles ne sont ni vraies ni fausses. Par exemple encore, si nous nous accordons pour appeler “nord-sud” la direction que prend normalement l’aiguille d’une boussole, un tel nom peut nous plaire ou non, mais il est invérifiable: ce n’est qu’un nom, il ne se fonde pas sur un quelconque élément de preuve et aucune opération ne pourrait le confirmer ou l’infirmer. Par contre, ce qui peut être confirmé ou infirmé est une affirmation factuelle contenant ce terme, comme par exemple “la 5e Avenue commence au sud et finit au nord”. La vérification d’une telle affirmation est possible et peut être effectuée à l’aide d’une boussole.

Aussi invérifiables que les affirmations nominales sont celles qui portent sur les phénomènes surnaturels, puisque, par définition, celles-ci transcendent tout ce qui est à notre portée, et on ne peut pas les mettre à l’épreuve à l’aide de la logique ou des mathématiques. Si les affirmations concernant le surnaturel sont invérifiables, ce n’est pas parce qu’elles ne portent pas sur des faits – car souvent elles ont l’ambition de le faire – mais parce qu’on ne dispose d’aucune méthode au moyen de laquelle on pourrait décider de leur valeur de vérité. Par contre, beaucoup de ces affirmations sont parfaitement significatives pour qui se donne la peine de les replacer dans leur contexte, sans prétendre les réduire, par exemple, à des concepts scientifiques. La vérification rend plus exacte la signification, mais elle ne la produit pas. C’est plutôt le contraire qui arrive: la possession d’une signification déterminée est une condition nécessaire pour qu’une proposition soit vérifiable. Car comment envisager de mettre à l’épreuve ce que nous ne comprenons pas?

On trouve par ailleurs de nombreuses sortes d’énoncés vérifiables. Il y a des propositions singulières telles que: “ce morceau de fer est chaud”; des propositions particulières ou existentielles telles que: “quelques morceaux de fer sont chauds”; des propositions universelles comme “tous les morceaux de fer sont chauds” (dont la fausseté est vérifiable). Il y a aussi des énoncés de lois tels que “tous les métaux se dilatent avec la chaleur”, ou mieux: “pour tout x, si x est un morceau de métal que l’on chauffe, x

sera dilaté”). Les propositions singulières et particulières peuvent être vérifiées souvent de manière immédiate, uniquement à l’aide des sens ou, éventuellement, d’instruments qui amplifient leur portée; mais, dans d’autres occasions elles exigent des opérations complexes impliquant l’énonciation de lois et des calculs mathématiques, comme c’est le cas pour “la distance moyenne entre la Terre et le Soleil est de quelques 1.500 millions de kilomètres”.

Lorsque l’énoncé vérifiable possède un degré de généralité suffisant, on l’appelle habituellement hypothèse scientifique. En d’autres termes, lorsqu’une proposition générale (particulière ou universelle) ne peut être vérifiée que de manière indirecte, c’est-à-dire à travers l’examen de l’une de ses conséquences, il convient de l’appeler “hypothèse scientifique”. “Tous les morceaux de fer se dilatent avec la chaleur” et, a fortiori “tous les métaux se dilatent avec la chaleur” sont, par exemple, des hypothèses scientifiques: ce sont des points de départ pour des raisonnements et, parce qu’ils sont généraux, ils ne peuvent être confirmés que par la mise à l’épreuve de leurs conséquences particulières, c’est-à-dire en démontrant des énoncés relatifs à des échantillons spécifiques de métal.

On pensait autrefois que le discours scientifique ne comportait pas des éléments hypothétiques, mais seulement des faits, et surtout ce qu’on appelle en anglais hard facts. On admet à présent que le noyau de toute théorie scientifique est un ensemble d’hypothèses vérifiables. Les hypothèses scientifiques sont, d’une part, des nœuds aux extrémités de chaînes d’inférences non démonstratives (analogiques ou inductives) plus ou moins obscures; d’autre part, ce sont des points de départ d’enchaînements déductifs dont les derniers maillons – les plus proches des sens, dans le cas de la science factuelle – doivent passer l’épreuve de l’expérience.

On convient, en outre, habituellement, d’appeler «hypothèses” non seulement les conjectures, mais aussi les présupposés raisonnablement confirmés ou établis, car il n’y a probablement pas d’énoncés factuels généraux parfaits. L’expérience a suggéré l’adoption de cette acception du mot “hypothèse”. Considérons par exemple la loi de la gravitation de Newton qui a été confirmée dans presque tous les cas avec une précision étonnante. Nous avons deux raisons pour l’appeler “hypothèse”: la première est qu’elle n’a passé l’épreuve de l’expérience (avec succès) qu’un nombre fini de fois; deuxièmement, nous avons fini par savoir que même ce célèbre énoncé de loi est seulement une première approche d’un

énoncé plus exact contenu dans la théorie générale de la relativité, qui probablement n'est pas non plus définitive.

4. La méthode scientifique, ars inveniendi?

Nous avons convenu qu'un énoncé factuel général susceptible de vérification peut être appelé "hypothèse". Ce mot a des connotations plus respectables que "pressentiment", "soupçon", "conjecture", "supposition" ou "présomption", et est aussi plus adapté que ces termes, puisque l'étymologie du mot "hypothèse" renvoie à un point de départ. Abordons à présent la deuxième question que nous nous sommes posée, c'est-à-dire: existe-t-il une technique infaillible pour inventer des hypothèses scientifiques qui soient probablement vraies? Autrement dit: existe-t-il une méthode, au sens cartésien d'un ensemble de "règles certaines et faciles" pouvant nous conduire à énoncer des vérités factuelles de grande portée?

Beaucoup d'hommes, au cours de beaucoup de siècles, ont cru à la possibilité de découvrir les techniques de la découverte et d'inventer l'art de l'invention. On a naturellement nommé l'enfant attendu du nom de ars inveniendi. Mais un tel art n'a jamais été inventé. Qui plus est, on peut démontrer qu'il ne le sera jamais, à moins que l'on ne modifie radicalement le sens du mot "science"; en effet, la connaissance scientifique, par opposition à la connaissance révélée, est essentiellement faillible, c'est-à-dire susceptible d'être partiellement ou même totalement réfutée. La faillibilité de la connaissance scientifique et, en conséquence, l'impossibilité d'établir des règles parfaites, nous conduisant tout droit à des vérités définitives, ne sont qu'un corollaire de cette vérifiabilité que nous avons trouvée dans le noyau de la science.

Il n'y a pas, autrement dit, de règles infaillibles qui garantissent d'avance la découverte de nouveaux faits et l'invention de nouvelles théories, assurant par là la fécondité de la découverte scientifique: la certitude doit être cherchée seulement dans les sciences formelles. Ceci signifie-t-il que la recherche scientifique est erratique et incapable d'être soumise à des lois et en conséquence, que les hommes de science attendent tout de l'intuition et de l'illumination? Telle est la morale que certains chercheurs ou philosophes éminents ont extraite de l'inexistence de lois nous protégeant contre la stérilité et l'erreur. Par exemple, Bridgman, le

fondateur de l'opérationnisme, a nié l'existence de la méthode scientifique en affirmant que "la science est ce que font les hommes de science et qu'il y a autant de méthodes scientifiques que d'hommes de science". 5

Il est vrai qu'en science il n'y a pas de voie royale, que la recherche s'ouvre son chemin dans la jungle des faits, et que les chercheurs reconnus élaborent leur propre style d'investigation. Ceci ne doit toutefois pas faire désespérer de la possibilité de découvrir des normes, en général satisfaisantes, pour poser des problèmes et mettre à l'épreuve des hypothèses. Les chercheurs qui sont à la recherche de la vérité ne se conduisent ni comme des soldats se prêtant aveuglement aux règles d'obéissance (opinion de Bacon et de Descartes), ni comme les chevaliers de la cour du roi Arthur de Mark Twain, qui chevauchaient dans toutes les directions pour arriver en Terre Sainte (opinion de Bridgman). Il n'y a pas de voies toutes tracées dans la science, mais il y a par contre une boussole au moyen de laquelle il est souvent possible d'évaluer si l'on se trouve sur une piste prometteuse. Cette boussole est la méthode scientifique, qui ne produit pas automatiquement le savoir, mais qui nous empêche de nous perdre dans le chaos apparent des phénomènes, ne serait-ce qu'en nous indiquant comment ne pas poser les problèmes et comment ne pas succomber à l'ensorcellement de nos préjugés favoris.

La recherche n'est pas erratique mais méthodologique, à ceci près que l'on peut arriver à des hypothèses de multiples manières: les hypothèses ne s'imposent pas à nous par la force des choses mais sont inventées pour rendre compte des faits. Il est vrai que l'invention n'est pas désordonnée, et que, au contraire, elle suit certaines normes; mais celles-ci sont psychologiques plutôt que logiques, propres à chaque activité intellectuelle, et, de surcroît, nous les connaissons peu, parce qu'on ne s'y intéresse guère. Il y a sans doute des règles qui facilitent l'invention scientifique et spécialement la formulation des hypothèses; parmi celles-ci figurent: la réorganisation systématique des données, la suppression fictive des facteurs dans le but de découvrir les variables significatives, le changement obstiné de représentation à la recherche d'analogies fructueuses. Les règles qui favorisent ou gênent le travail scientifique ne sont toutefois pas rigides mais souples; qui plus est, le chercheur a rarement conscience du chemin qu'il a parcouru pour élaborer ses hypothèses. La recherche scientifique peut de ce fait être planifiée dans

ses grands traits mais pas dans les détails, et elle peut encore moins être enrégimentée.

Certaines hypothèses sont formulées par voie inductive, c'est-à-dire en tant que généralisations, sur la base de l'observation d'un petit nombre de cas particuliers. Mais l'induction est loin d'être la seule ni même la principale voie qui conduise à formuler des énoncés généraux vérifiables. Le chercheur opère aussi par analogie: par exemple la théorie ondulatoire de la lumière fut suggérée à Huygens (1690) par une comparaison avec les vagues 6. Dans certains cas le principe heuristique est une analogie mathématique; ainsi, par exemple, Maxwell (1873) prédit l'existence des ondes électromagnétiques sur la base d'une analogie formelle entre ses équations de champ et les équations déjà connues des ondes élastiques 7. Le chercheur est guidé occasionnellement par des considérations philosophiques; c'est ainsi que procéda Ørsted (1820); il chercha délibérément une connexion entre l'électricité et le magnétisme, agissant sur la base de la conviction a priori que la structure de tout ce qui existe est polaire, et que toutes les "forces" de la nature sont reliées organiquement entre elles 8. La conviction philosophique selon laquelle la complexité de la nature est illimitée mena Bohm à spéculer sur un niveau subquantique, en s'appuyant sur une analogie avec le mouvement brownien classique 9. La fantaisie théologique a pu apporter sa contribution, bien que certainement dans une moindre mesure; rappelons-nous le principe de moindre action de Maupertuis (1747), qui s'exprimait par la croyance selon laquelle le Créateur avait organisé le Tout de la manière la plus économique possible.

On arrive, en somme, aux hypothèses scientifiques de beaucoup de manières possibles: il y a de nombreux principes heuristiques et la seule constante est l'exigence de vérifiabilité. L'induction, l'analogie et la déduction à partir de suppositions extra-scientifiques (par exemple philosophiques), fournissent des points de départ qui doivent être élaborés et prouvés.

5. La méthode scientifique comme technique de questionnement et de mise à l'épreuve.

Les spécialistes scientifiques ne s'intéressent pas d'ordinaire au problème de la genèse des hypothèses scientifiques; cette question relève des

diverses sciences de la science. Le processus qui conduit à l'énoncé d'une hypothèse scientifique peut être étudié à plusieurs niveaux: logique, psychologique et sociologique. Le logicien portera son attention sur le caractère plausible des inférences scientifiques, c'est-à-dire sur les liens formels entre les propositions singulières et générales qui constituent la science. Le psychologue explorera l'étape de l' "illumination", soit l'étincelle qui déclenche le processus de la résolution des problèmes, lorsque se produit la synthèse d'éléments qui étaient sans connexion entre eux auparavant; il tentera d'étudier également des phénomènes tels que les motivations et inhibitions qui caractérisent le travail en équipe. Le sociologue essaiera de savoir pourquoi une structure sociale déterminée favorise certaines hypothèses, alors qu'elle en décourage d'autres.

L'épistémologue qui s'intéresse à la méthode, en revanche, ne s'occupera pas de la genèse des hypothèses, mais de l'énoncé des problèmes que ces hypothèses tentent de résoudre et de leur mise à l'épreuve. L'origine du lien entre le questionnement et la mise à l'épreuve – c'est-à-dire du surgissement de l'hypothèse – est laissé à l'examen d'autres spécialistes. Cela est dû, une nouvelle fois, à une question de mots: ce que l'on appelle aujourd'hui "méthode scientifique" n'est pas une liste de recettes pour trouver les réponses correctes aux questions scientifiques, mais l'ensemble des procédés par lesquels a) on pose des problèmes scientifiques et b) on met à l'épreuve les hypothèses scientifiques.

En un mot, l'étude de la méthode scientifique est la théorie de la recherche. Cette théorie est descriptive dans la mesure où elle découvre des normes dans la recherche scientifique (ici intervient l'histoire de la science comme source d'exemples). La méthodologie est normative, dans la mesure où elle montre quelles sont les procédures capables d'accroître la probabilité que le travail soit fécond. Mais les règles repérables dans la pratique scientifique réussie sont perfectibles: ce ne sont pas des canons intouchables, puisqu'ils ne garantissent pas l'obtention de la vérité; ils facilitent en revanche la détection d'erreurs.

Si l'hypothèse que l'on doit mettre à l'épreuve se réfère à des objets idéaux (nombres, fonctions, figures, formules logiques, suppositions philosophiques, etc.), leur vérification consistera dans la preuve de leur cohérence – ou incohérence – avec des énoncés préalablement acceptés (postulats, définitions, etc.). Dans ce cas, la confirmation peut être une démonstration définitive. Si en revanche l'énoncé en question se réfère significativement à la nature ou à la société, il peut arriver que nous

puissions rechercher sa valeur de vérité avec la seule aide de la raison, ou bien que nous devons faire appel aussi à l'expérience.

L'analyse logique suffit lorsque l'énoncé que l'on met à l'épreuve est de l'un de ces types: a) une simple tautologie, c'est-à-dire un énoncé vrai en vertu de sa seule forme, indépendamment de son contenu (par exemple "l'eau mouille ou ne mouille pas"); b) une définition par équivalence entre deux groupes de termes (comme le cas "les êtres vivants se nourrissent, grandissent et se reproduisent"); c) une application particulière d'énoncés factuels qui possèdent une extension ou une portée générales (par exemple lorsqu'on déduit le "principe" du levier de la loi de conservation de l'énergie). En d'autres termes, l'analyse logique et mathématique prouvera la validité des énoncés (hypothèses) qui sont analytiques dans un contexte déterminé. Beaucoup d'énoncés ne sont pas intrinsèquement analytiques: leur caractère analytique est relatif ou contextuel, comme le démontre le fait que cette propriété peut disparaître si l'on rétrécit ou élargit le contexte, ou si l'on regroupe les énoncés de la théorie correspondante, de sorte que les anciens théorèmes deviennent des postulats et vice-versa.

Autrement dit, la simple référence aux faits ne suffit pas pour décider quel outil – l'analyse ou l'expérience – sera employé pour valider une proposition: il faut commencer par déterminer son statut et sa structure logique. En conséquence, l'analyse logique (aussi bien syntaxique que sémantique) est la première opération que l'on devrait entreprendre lorsqu'on met à l'épreuve les hypothèses scientifiques, que celles-ci soient factuelles ou pas. Cette norme devrait être considérée comme une règle de la méthode scientifique.

Les énoncés factuels non analytiques – c'est-à-dire les propositions relatives à des faits mais indécidables par le seul moyen de la logique – devront s'accorder avec les données empiriques ou s'adapter à celles-ci. Cette norme, qui était loin d'être évidente avant le XVIIe siècle et qui va à l'encontre aussi bien de l'apriorisme scolastique que du rationalisme cartésien, est la deuxième règle de la méthode scientifique. Nous pouvons l'énoncer de la manière suivante: la méthode scientifique, appliquée à la mise à l'épreuve des affirmations informatives, se réduit à la méthode expérimentale.

6. La méthode expérimentale.

L'expérimentation implique la modification délibérée de certains facteurs, c'est-à-dire l'assujettissement de l'objet d'expérimentation à des stimulations contrôlées. Mais ce que d'ordinaire on appelle "méthode expérimentale" ne comporte pas nécessairement des expérimentations dans le sens strict du terme, et peut être mis en œuvre en dehors du laboratoire. L'astronomie ne procède pas (pour le moment) à des expérimentations sur des corps célestes, mais elle est une science empirique, parce qu'elle applique la méthode expérimentale. Au lieu d'échafauder une définition de ce terme, voyons comment elle a opéré dans un cas célèbre, aussi connu que mal interprété.

Adams et Le Verrier découvrirent la planète Neptune en utilisant des procédés typiques de la science moderne. Toutefois, ils ne réalisèrent pas une seule expérience; ils ne partirent même pas de "faits solides". En effet, le problème auquel ils étaient confrontés fut celui d'expliquer certaines irrégularités repérées dans le mouvement des planètes extérieures à la Terre; mais ces irrégularités n'étaient pas des phénomènes observables: elles consistaient en des divergences entre les orbites observées et les orbites calculées. Le fait qu'ils devaient expliquer n'était pas un ensemble de données sensibles, mais un conflit entre les données empiriques et les conséquences déduites des principes de la mécanique céleste.

L'hypothèse proposée pour expliquer la divergence fut qu'une planète transuraniennne non observée perturbait le mouvement des planètes extérieures alors connues. Ils auraient pu aussi imaginer que la loi de la gravitation de Newton n'est pas valable pour de grandes distances, mais ceci était difficilement concevable à une époque dans laquelle la Weltanschauung en vigueur parmi les hommes de science comportait une foi dogmatique dans la physique newtonienne. À partir de cette hypothèse, combinée aux principes en vigueur de la mécanique céleste, et avec certains présupposés spécifiques (relatifs, entre autres au plan de l'orbite), Adams et Le Verrier déduisirent des conséquences observables, exclusivement à l'aide de la logique et des mathématiques; ils prédirent l'endroit où la "nouvelle" planète se trouverait tel et tel jour. L'observation du ciel et la découverte de la planète aux lieux et moments prévus ne furent que le dernier maillon d'un long processus par lequel on vérifia simultanément plusieurs hypothèses.

Il n'est pas facile de décider si une hypothèse s'accorde avec les faits. En premier lieu, il est rare que la vérification empirique puisse déterminer laquelle parmi les composantes d'une théorie donnée a été confirmée ou infirmée; on démontre habituellement des systèmes de propositions avant de prouver des énoncés isolés. Mais la principale difficulté émane de la généralité des hypothèses scientifiques. L'hypothèse d'Adams et Le Verrier était générale, même si ceci n'apparaissait pas à première vue: ils avaient tacitement présupposé que la planète existait à tout moment à l'intérieur d'un certain laps de temps; et ils confirmèrent leurs hypothèses seulement pour quelques brefs intervalles de temps. Les propositions factuelles singulières ne sont pas, quant à elles, si difficiles à confirmer. Il n'est pas difficile de vérifier si "Monsieur Untel, qui est obèse, est cardiaque"; il suffit d'une balance et d'un stéthoscope. Ce qui est difficile à vérifier ce sont les propositions factuelles générales, c'est-à-dire les énoncés qui se réfèrent à des classes de faits et non à des faits singuliers. La raison en est simple: il n'y a pas de faits généraux, mais seulement des faits particuliers; en conséquence, la formule "adéquation des idées avec les faits" 13 est inapte en ce qui concerne les hypothèses scientifiques.

Supposons que l'on suggère l'hypothèse "les obèses sont cardiaques", soit au moyen de l'observation d'un certain nombre de corrélations entre l'obésité et les maladies du cœur (c'est-à-dire par induction statistique), soit sur la base de l'étude de la fonction du cœur dans la circulation (c'est-à-dire par déduction). L'énoncé général "les obèses sont cardiaques" ne se réfère pas seulement à quelques cas connus, mais à tous les gros de la Terre; en conséquence, nous ne pouvons pas espérer le vérifier directement (c'est-à-dire par l'examen d'un "gros générique" inexistant) ni exhaustivement (en auscultant tous les êtres humains présents, passés et futurs). La méthodologie nous dit comment nous devons procéder: nous examinons, dans ce cas, successivement les membres d'un échantillon suffisamment nombreux de personnes obèses; autrement dit, nous vérifions une conséquence particulière de notre hypothèse générale. Ceci constitue une troisième maxime de la méthode scientifique: observer des cas singuliers à la recherche d'éléments de preuve universels.

Jusqu'ici tout paraît simple; mais les problèmes concernant la preuve réelle sont loin d'être triviaux, et certains d'entre eux n'ont pas été résolus de manière satisfaisante. Nous devons faire appel aux techniques de position des problèmes de ce type, c'est-à-dire des techniques de

définition des procédés empiriques adéquats. Cette technique nous conseille de commencer par définir ce que nous allons entendre par “obèse” et par “cardiaque”, tâche qui n’est pas simple du tout, puisque le seuil d’obésité est fixé éventuellement par convention. Autrement dit, nous devons commencer par déterminer le sens exact de notre question. Ceci est une quatrième règle de la méthode scientifique : formuler des questions précises.

Nous procéderons ensuite au choix de la technique expérimentale (type de balance, d’examen du cœur, etc.) et de la méthode d’inventaire et d’organisation des données. Aussi devons-nous décider de la dimension de l’échantillon que nous allons observer et de la technique de sélection de ses membres, afin de garantir une représentation fidèle de l’ensemble de la population. Ce n’est qu’une fois ces opérations préliminaires menées à bien, que nous pourrons rendre visite à Monsieur Untel et aux autres membres de l’échantillon afin de réunir les données. Et ici apparaît une cinquième règle de la méthode scientifique : l’inventaire et l’analyse des données doivent être faits conformément aux règles statistiques.

Une fois les données réunies, classées et organisées, l’équipe chargée de la recherche pourra réaliser une inférence statistique, pour conclure que “n % des obèses sont cardiaques”. Il faudra évaluer en outre l’erreur probable dans cette affirmation.

Observons que l’hypothèse qui avait motivé notre recherche était un énoncé universel de la forme “pour tout x, si x est F, alors x est G”. D’un autre côté, le résultat de la recherche est un énoncé statistique, à savoir “de la classe des personnes obèses, une sous-classe qui représente n individus sur 100 est composée de cardiaques”. Notre hypothèse de travail a ainsi été corrigée. Ceci signifie-t-il que le chemin vers la connaissance du problème s’arrête là? Non, car d’autres questions sont possibles; ainsi, par exemple, la loi que nous avons découverte statistiquement peut aussi être déduite des lois de la physiologie humaine. Ici se manifeste une sixième règle de la méthode scientifique: il n’existe pas de réponses définitives simplement parce que qu’il n’existe pas de questions définitives.

7. Méthodes théoriques.

Toute science factuelle spécialisée élabore ses propres techniques de vérification; parmi elles, les techniques de mesure sont typiques de la science moderne. Mais dans tous les cas, ces techniques, pour diverses qu'elles soient, ne constituent pas des fins en elles-mêmes: elles servent toutes à confronter certaines idées avec certains faits par voie d'expérience. Ou si l'on préfère, l'objectif des techniques de vérification est de démontrer des énoncés relatifs à des faits en examinant des propositions qui se réfèrent à l'expérience (et en particulier à l'expérimentation). C'est la raison pour laquelle les expérimentateurs n'ont pas à construire chacun de leurs appareils et instruments, mais ils doivent par contre les concevoir et/ou les utiliser afin de mettre à l'épreuve certaines affirmations. Les techniques spécialisées, aussi importantes qu'elles soient, ne sont que des étapes dans l'application de la méthode expérimentale, qui n'est pas autre chose que la méthode scientifique relative à la science factuelle; quant à la science, aussi factuelle qu'elle soit, elle n'est pas un entassement de faits, mais un système d'idées.

Dans le paragraphe qui précède, nous avons illustré la méthode expérimentale par l'analyse du processus de vérification exigé par l'énoncé "les obèses sont cardiaques"; nous avons vu que cette hypothèse exige une précision quantitative et, après une recherche imaginaire, nous avons adopté, à sa place, une certaine généralisation empirique statistique. Or les généralisations empiriques si chères à Aristote et à Bacon, même formulées en termes statistiques, ne sont pas caractéristiques de la science moderne. Le type d'hypothèse caractéristique de la science moderne n'est pas celui des énoncés descriptifs isolés, dont la principale fonction est de rendre compte des expériences. Ce qui définit la science moderne est qu'elle consiste en général en des théories explicatives ¹⁴, c'est-à-dire des systèmes de propositions, que l'on peut classer en principes, lois, définitions, etc., et qui sont reliés entre eux par des connecteurs logiques tels que "et", "ou", "si... alors...", etc.

Les théories rendent compte des faits non seulement en les décrivant de manière plus ou moins exacte, mais aussi en en fournissant des modèles conceptuels dont les termes peuvent expliquer et prédire, au moins en principe, chaque fait d'une classe. On ne prend pas pleinement conscience des possibilités recelées par une hypothèse scientifique avant que celle-ci ne soit incorporée dans une théorie; c'est seulement à ce moment qu'on peut lui trouver divers autres fondements. En

s'incorporant à une théorie, l'énoncé en question est appuyé – ou écrasé – par toute la masse du savoir existant; s'il demeure isolé, il est difficile de le confirmer ou de le réfuter, et surtout, il demeure incompris.

La conversion des généralisations empiriques en lois théoriques implique que l'on transcende la sphère des phénomènes et le langage observationnel; il ne s'agit plus d'énoncer des affirmations au sujet de faits observables, mais de repérer leur "mécanisme" interne (qui, bien entendu n'est pas nécessairement mécanique). Supposons qu'un psychologue désire étudier les corrélations entre une certaine stimulation observable S et un certain comportement observable R, qu'il considère provisoirement – comme la réponse à la stimulation en question. Si, après une succession d'expériences, il arrive à confirmer son hypothèse de travail et désire transcender les frontières de la psychologie empirique, il tentera, disons, d'élaborer un modèle neurophysiologique expliquant la connexion S-R en termes physiologiques. Ceci n'est pas une tâche facile: le psychologue doit inventer diverses hypothèses au sujet des canaux nerveux possibles reliant les faits observés extrêmes S et R. De la même manière, les physiciens atomiques imaginent divers mécanismes cachés qui relient les phénomènes macroscopiques à leur support microscopique.

Mais notre psychologue n'avancera pas complètement à tâtons: il pourra chercher si le lien qu'il conjecture coïncide avec des schémas pavloviens des réflexes ou avec un quelconque autre mécanisme. Chacune de ses hypothèses – qu'elles supposent l'intervention d'un réflexe inné ou d'un réflexe conditionné – devra spécifier l'appareil récepteur, le nerf afférent, la station centrale, le nerf efférent, le muscle effecteur, etc. Qui plus est, ses diverses hypothèses de travail devront être compatibles avec le savoir admis établi (quoi que non immuable) et elles devront être mises à l'épreuve au moyen de techniques spéciales (excitation ou destruction de nerfs, inventaire d'impulsions nerveuses, etc.). Cela vaut la peine d'entreprendre ce travail difficile: la confirmation éventuelle de l'une des hypothèses mises à l'épreuve n'expliquera pas seulement la connexion donnée S-R, mais elle la replacera également dans son contexte; elle soutiendra en outre l'hypothèse même selon laquelle une telle connexion n'est pas accidentelle. Car, bien que cela ressemble à un paradoxe, un énoncé factuel est d'autant plus digne de foi qu'il est fondé sur des considérations théoriques.

Il est important, en effet, de faire remarquer que l'expérience est loin de constituer le seul ni même le dernier juge des théories factuelles. Les théories sont confrontées avec les faits et avec d'autres théories. L'une des preuves, par exemple, de la généralisation d'une théorie donnée consiste à rechercher si la nouvelle théorie se réduit à l'ancienne à l'intérieur d'un certain domaine, de sorte qu'elle recouvre au moins le même groupe de faits. Qui plus est, le degré de solidité ou l'assise des théories n'est pas identique à leur degré de confirmation. Les théories ne se construisent pas ex nihilo, mais sur certaines bases: celles-ci les soutiennent avant et après la démonstration; la démonstration elle-même, si elle réussit, fournit l'assise qui faisait défaut à la théorie, et fixe son degré de confirmation. Même dans ce cas, le degré de confirmation d'une théorie ne suffit pas pour en déterminer la probabilité.

8. Sur quoi repose une hypothèse scientifique?

Une hypothèse de contenu factuel n'est pas seulement corroborée par la confirmation empirique d'un certain nombre de ses conséquences particulières (par exemple de prédictions). Les hypothèses scientifiques sont incorporées à des théories ou tendent à l'être, et les théories sont connectées entre elles, cet ensemble constituant la culture intellectuelle. De ce fait, il ne devrait pas être surprenant que les hypothèses scientifiques aient des supports non seulement scientifiques, mais aussi extra-scientifiques, les premiers empiriques et rationnels, les derniers psychologiques et culturels. Précisons.

Plus les faits qui confirment une hypothèse sont nombreux, plus la précision avec laquelle elle reconstitue les faits est grande, plus vastes sont les territoires qu'elle aide à explorer, plus ferme sera notre confiance en elle, c'est-à-dire plus grande sera la probabilité que nous lui assignerons, autrement dit, schématiquement parlant, ce que nous entendons par support empirique des hypothèses factuelles. Mais l'expérience disponible ne peut pas être considérée comme infaillible; d'abord parce que de nouvelles expériences peuvent montrer la nécessité d'un remaniement; ensuite parce que l'expérience scientifique n'est pas pure, mais interprétée, et toute interprétation est faite en termes de théories, de sorte que le scepticisme est la première réaction de

chercheurs expérimentés devant les informations factuelles sur des faits qui sembleraient ébranler des théories bien établies.

Plus l'hypothèse en question semble s'accorder avec la connaissance disponible du même domaine, plus notre confiance en elle est ferme; une pareille concordance est précieuse lorsqu'elle implique une compatibilité avec des énoncés de lois. C'est ce que nous avons désigné du nom de support rationnel des hypothèses factuelles. Tel est, soit dit en passant, le motif pour lequel la plupart des chercheurs se méfient des informations concernant ce que l'on appelle la perception extrasensorielle, parce que les phénomènes dits psy contredisent un corpus d'hypothèses psychologiques et physiologiques bien établies. En somme, les théories scientifiques doivent sans doute s'adapter aux faits, mais aucun fait isolé n'est accepté dans la communauté des faits contrôlés scientifiquement, à moins qu'il ne trouve sa place à l'intérieur de l'édifice théorique établi. Le support rationnel n'est, certes, pas une garantie de vérité; s'il l'était, les théories factuelles seraient invulnérables à l'expérience. Les supports empiriques et rationnels des hypothèses factuelles sont interdépendants.

En ce qui concerne les supports extra-scientifiques des hypothèses scientifiques, l'un d'entre eux est de nature psychologique: il intervient sur notre choix des suppositions et sur la valeur que nous assignons à leur adéquation aux faits. C'est ainsi que les sentiments esthétiques éveillés par la simplicité et par l'unité logique stimulent parfois la recherche de la validité des théories et parfois lui font obstacle. C'est ce que nous avons appelé du nom de support psychologique des hypothèses factuelles; il est souvent obscur et lié à des facteurs pas seulement personnels mais aussi sociaux.

Ce que nous avons appelé support culturel des hypothèses factuelles consiste dans leur compatibilité avec une conception du monde et en particulier avec la *Zeitgeist* en vigueur. Il est évident que nous tendons à assigner un poids plus grand aux hypothèses qui sont solidaires de notre fond culturel, en particulier de notre vision du monde, qu'à celles qui les contredisent. La double fonction du support culturel des conjectures scientifiques apparaît clairement: d'un côté il nous pousse à prendre au sérieux certaines sortes d'hypothèses et même nous les suggère, d'un autre côté il peut nous empêcher d'apprécier d'autres possibilités, raison pour laquelle il peut constituer un facteur d'obstination dogmatique. La seule manière de minimiser ce danger est de prendre conscience du fait

que les hypothèses scientifiques ne se développent pas dans un vide culturel.

Les supports empiriques et rationnels sont objectifs, au sens où, en principe ils sont susceptibles d'être évalués et contrôlés conformément à des normes précises et formulables. En revanche les supports extra-scientifiques sont, dans une large mesure, soumis aux préférences des individus, des groupes ou des époques; en conséquence, ils ne devraient pas être décisifs dans la phase de la mise à l'épreuve, quelle que soit leur importance dans la phase heuristique. Il est important que les chercheurs soient des gens cultivés, ne serait-ce que pour s'apercevoir de la forte pression exercée par les facteurs psychologiques et culturels sur la formulation, le choix, la recherche et la crédibilité des hypothèses factuelles. La pression pour le meilleur et pour le pire, est réelle, et elle nous oblige à prendre position pour une conception du monde ou pour une autre; il vaut mieux le faire en connaissance de cause que par inadvertance.

L'énumération précédente des types de supports des hypothèses scientifiques vient seulement montrer que la méthode expérimentale n'épuise pas le processus qui conduit à l'acceptation d'une supposition factuelle. Ce fait pourrait être porté au crédit de la thèse selon laquelle la recherche scientifique est un art.

9. La science: technique et art.

La recherche scientifique obéit à des lois, mais ces lois – les règles de la méthode scientifique – ne sont ni peu nombreuses, ni simples, ni infaillibles, ni bien connues; elles sont au contraire nombreuses, complexes, plus ou moins efficaces, et en partie méconnues. L'art de poser des questions et d'essayer des réponses – c'est-à-dire la méthode scientifique – est tout sauf un ensemble de recettes; et moins technique encore est la théorie de la méthode scientifique. D'où une morale immédiate: méfions-nous de toute description de la voie scientifique – et de la présente en particulier – mais n'en négligeons aucune. La recherche est une démarche à multiples facettes qui exige un investissement psychologique total et nécessite un concours de circonstances sociales favorables; de ce fait, tout témoignage personnel de n'importe quelle

période, aussi partiel qu'il soit, peut apporter un éclairage sur un aspect ou un autre de la recherche.

On affirme souvent que la médecine et d'autres sciences appliquées sont des arts avant d'être des sciences en ce sens qu'elles ne peuvent pas être réduites à la simple application d'un ensemble de règles que l'on pourrait entièrement expliciter et choisir sans intervention du jugement personnel. Toutefois, la physique et les mathématiques sont en ce sens aussi des arts: qui connaît les recettes établies et sûres pour trouver les lois de la nature ou pour deviner des théorèmes? Si "art" signifie une conjonction heureuse d'expérience, d'adresse, d'imagination, de vision et d'habileté pour opérer des inférences de type non analytique, alors, non seulement la médecine, l'enquête policière, la stratégie militaire, la politique et la publicité sont des arts, mais toute autre discipline l'est tout autant. En conséquence, la question n'est pas de savoir si un domaine donné de l'activité humaine est un art, mais s'il est aussi une science.

La science, certes, est communicable; si un corpus de la connaissance n'est pas communicable, alors, par définition, il n'est pas scientifique. Mais ceci se réfère aux résultats de la recherche plutôt qu'aux moyens par lesquels ceux-ci sont obtenus; la communicabilité ne signifie pas que la méthode scientifique et les techniques des diverses sciences puissent s'apprendre dans les livres: c'est en cherchant que l'on parvient à la maîtrise des méthodes d'investigation, et les métascientifiques devraient, en conséquence, pratiquer ces méthodes avant d'entreprendre leur analyse. On ne connaît pas de chef d'œuvre de la science qui ait été engendré par l'application consciente et scrupuleuse des règles connues de la méthode scientifique; si la recherche scientifique est pratiquée dans une large mesure comme un art, c'est moins parce qu'elle manque de règles, que parce que l'on considère comme évidentes certaines d'entre elles, et moins parce qu'elle exige une intuition innée que parce qu'elle nécessite une grande diversité de qualités intellectuelles. Comme toute autre expérience, la recherche peut être comprise, mais elle n'est pas entièrement transférable; il faut payer (naturellement comptant) le prix d'un grand nombre d'erreurs. Les écrits sur la méthode scientifique peuvent par conséquent éclairer le chemin de la science, mais ils ne peuvent pas révéler toute sa richesse et, surtout, ils ne sont pas des substituts à la recherche elle-même, de la même manière qu'aucune bibliothèque sur la botanique ne peut remplacer l'observation de la nature, bien qu'elle rende l'observation plus profitable.

10. Le modèle de la recherche scientifique.

La somme de savoir-faire et le niveau d'information requis par le traitement scientifique des problèmes aident à expliquer l'extrême spécialisation qui règne dans la science contemporaine, dans laquelle trouvent leur place toutes les capacités naturelles et toutes les habiletés acquises. Il est possible d'apprécier cette diversité en exposant le modèle général de la recherche scientifique. Je crois que ce modèle – c'est-à-dire la méthode scientifique – est, dans ces grandes lignes le suivant:

1. Position du problème.

1.1 Reconnaissance des faits: examen de l'ensemble des faits, classification préliminaire et choix de ceux qui sont probablement significatifs dans un sens ou dans un autre.

1.2 Mise à jour de la problématique: détection de lacunes ou d'incohérences dans le corpus du savoir.

1.3 Formulation du problème: énoncé d'une question ayant la probabilité d'être la bonne, c'est-à-dire réduction du problème à son noyau significatif, qu'on espère soluble et fécond à l'aide de la connaissance disponible.

2. Construction d'un modèle théorique.

2.1 Sélection des facteurs pertinents: élaboration de solutions plausibles relatives aux variables probablement pertinentes.

2.2 Élaboration des hypothèses centrales et auxiliaires: proposition d'un ensemble de conjectures au sujet des liens entre les variables pertinentes; formulation, par exemple, d'énoncés de lois dont on attend qu'elles puissent rendre compte des faits observés.

2.3 Traduction mathématique: lorsque c'est possible, traduction des hypothèses, ou d'une partie d'entre elles, dans un quelconque langage mathématique.

3. Déduction de conséquences particulières.

3.1 Recherche de supports rationnels: déduction de conséquences particulières susceptibles de vérification dans le même domaine ou dans des domaines contigus.

3.2 Recherche de supports empiriques: élaboration de prédictions (ou rétrodictions) sur la base d'un modèle théorique et de données empiriques ayant en vue les techniques de vérification disponibles ou concevables.

4. Mise à l'épreuve des hypothèses.

4.1 Esquisse de la preuve: planification des moyens pour mettre à l'épreuve les prédictions; détermination des observations, mesures, expérimentations et autres opérations instrumentales.

4.2 Exécution de la preuve: réalisation des opérations et recueil des données.

4.3 Traitement des données: classification, analyse, évaluation, réduction, etc. des données empiriques.

4.4 Inférence de la conclusion: interprétation des données élaborées à la lumière du modèle théorique.

5. Introduction des conclusions dans la théorie.

5.1 Confrontation des conclusions avec les prédictions: comparaison des conclusions de la démonstration avec les conséquences du modèle théorique, précisant dans quelle mesure celui-ci peut être considéré comme confirmé ou infirmé (inférence probable).

5.2 Réajustement du modèle: correction éventuelle ou même remplacement du modèle.

5.3 Suggestions concernant le travail ultérieur: recherche de lacunes ou d'erreurs dans la théorie et/ou les procédés empiriques, dans le cas où le modèle a été infirmé; en cas de confirmation, examen des extensions possibles et des conséquences éventuelles dans d'autres branches du savoir.

11. Portée de la méthode scientifique.

Pour élaborer une connaissance factuelle, on ne connaît pas de meilleure voie que celle de la science. Certes, la méthode de la science n'est pas, infaillible; mais elle est intrinsèquement progressive, parce qu'elle est autocorrective: elle exige la mise à l'épreuve continuelle des postulats et requiert que tout résultat soit considéré comme la source de nouvelles

interrogations. Appelons philosophie scientifique les conceptions philosophiques qui reconnaissent la méthode de la science comme la voie par excellence permettant: a) de poser des questions factuelles “raisonnables” (c’est-à-dire des questions significatives, non triviales, auxquelles on peut répondre vraisemblablement à l’intérieur d’une théorie existante ou concevable); et b) de tenter des réponses probables dans tous les domaines particuliers de la connaissance.

On ne doit pas confondre la philosophie scientifique avec le scientisme dans l’une ou l’autre de ses deux versions: l’encyclopédisme scientifique et le réductionnisme naturaliste primaires. L’encyclopédisme scientifique prétend que le dessein unique des philosophes est de recueillir les résultats les plus généraux de la science, en élaborant d’eux une image unifiée et une formulation de préférence dans un langage unique (par exemple celui de la physique). En revanche, la philosophie, scientifique ou non, analyse les faits, puis, à partir de ce matériel, construit des théories au deuxième degré, c’est-à-dire des théories de la théorie; la philosophie sera scientifique dans la mesure où elle élabore de manière rationnelle les matériaux préalablement élaborés par la science. C’est ainsi que l’on peut comprendre l’extension de la méthode scientifique au travail philosophique.

Quant au scientisme conçu comme réductionnisme naturaliste – celui-ci se confond parfois avec l’encyclopédisme scientifique, comme c’est le cas dans le physicalisme -, on peut le décrire comme une tentative de résoudre des problèmes de toutes sortes exclusivement au moyen des techniques créées par les sciences naturelles, au mépris des particularités spécifiques, irréductibles, de chaque niveau de la réalité. Cette sorte de réductionnisme radical affirmerait, par exemple, que la vie et la société ne sont pas autre chose que des systèmes physico-chimiques dans lesquels les phénomènes biologiques et sociaux devraient être étudiés exclusivement à l’aide de mètres, d’horloges, de balances et d’autres instruments de même nature. La philosophie scientifique par contre privilégie l’élaboration de techniques spécifiques dans chaque domaine, à la seule condition que ces techniques remplissent les exigences fondamentales de la méthode scientifique en ce qui concerne les questions et les preuves. C’est de cette manière que l’on peut comprendre l’extension de la méthode scientifique à tous les domaines spécialisés de la connaissance.

Mais on devrait aussi employer la méthode de la science dans le domaine des sciences appliquées et, en général, dans toute entreprise humaine conjuguant la raison et l'expérience; c'est-à-dire dans tous les domaines à l'exception de l'art, de la religion et de l'amour. Un élargissement récent de la méthode scientifique est la recherche opérationnelle (operations research), c'est-à-dire l'ensemble des procédés au moyen desquels les chefs d'entreprises peuvent fonder quantitativement leur prise de décisions, et par lequel les gestionnaires peuvent trouver des idées pour accroître l'efficacité¹⁰. Mais l'extension de la méthode scientifique aux affaires humaines est naturellement encore balbutiante. Demandons à un politicien de prouver ce qu'il affirme sans faire appel à des citations ou à d'autres discours, mais en se confrontant avec des faits sûrs (par exemple ceux recueillis et élaborés à l'aide de techniques statistiques). S'il est honnête, ce qui peut toujours arriver, soit: a) il admettra qu'il ne comprend pas la question, b) il nous accordera que l'ensemble de ses croyances est constitué, dans le meilleurs des cas, d'énoncés probables, puisqu'ils ne peuvent être prouvés que de manière imparfaite ou c) il arrivera à la conclusion que beaucoup de ses hypothèses préférées (principes, maximes, consignes) exigent un remaniement urgent. Dans ce dernier cas, il peut finir par admettre que l'une des vertus de la méthode scientifique tient à ce qu'elle favorise la régulation ou l'adaptation des idées générales qui guident (ou justifient) notre comportement conscient; celui-ci peut par conséquent être corrigé afin d'améliorer les résultats de la recherche.

La scientification de la politique la rendrait plus efficace mais hélas pas meilleure, parce que la méthode peut donner la forme sans le contenu; et le contenu de la politique est déterminé par des intérêts qui ne sont pas primordialement culturels ou éthiques, mais matériels. De ce fait, une politique scientifique peut s'orienter en faveur ou à l'encontre d'un groupe social: les objectifs de la stratégie politique, ainsi que ceux de la recherche scientifique appliquée, ne sont pas fixés par des normes scientifiques mais par des intérêts sociaux. La portée et les limites de la méthode scientifique sont ainsi démontrées: d'une part elle peut produire savoir, efficacité et pouvoir; d'autre part ce savoir, cette efficacité et ce pouvoir, peuvent être utilisés pour le meilleur ou pour le pire, pour libérer ou pour asservir.

12. La méthode scientifique, un dogme de plus?

Est-ce dogmatique de favoriser l'extension de la méthode scientifique à tous les domaines de la pensée et de l'action conscientes? Nous posons la question en termes de comportement. Le dogmatique revient sempiternellement à ses écritures, sacrées ou profanes, où il cherche la vérité; la réalité brûlerait les papiers dans lesquels il croit la vérité enfermée: c'est pourquoi il évite le contact avec les faits. Par contre, pour le partisan de la philosophie scientifique, tout est problématique: toute connaissance factuelle est faillible (mais perfectible), et même les structures formelles peuvent s'organiser de manières plus économiques et rationnelles; la méthode même de la science, qui plus est, sera considérée comme perfectible, ainsi que le montre l'incorporation récente de concepts et de techniques statistiques. Par conséquent, le partisan de la méthode scientifique ne s'attachera pas obstinément au savoir ni même aux procédés consacrés pour atteindre la connaissance; il adoptera une attitude investigatrice: il s'efforcera de multiplier et de renouveler ses contacts avec les faits et la réserve d'idées au moyen desquels les phénomènes peuvent être compris, contrôlés et parfois reproduits.

On ne connaît pas d'autre remède efficace contre la fossilisation dogmatique – religieuse, politique, philosophique ou encore scientifique – que la méthode scientifique, parce qu'il s'agit du seul procédé qui n'a pas l'ambition de produire des résultats définitifs. Le croyant cherche la paix dans l'acquiescement: le chercheur, par contre, ne trouve pas la paix en dehors de la recherche et de la dissension: il est en conflit continu avec lui-même, puisque l'exigence de chercher des connaissances vérifiables implique un mouvement permanent d'invention, de mise à l'épreuve et de critique des hypothèses. Affirmer et adhérer est plus facile qu'essayer et remettre en cause; c'est pourquoi il y a plus de croyants que de savants, et de ce fait, bien que la méthode scientifique soit à l'opposé du dogme, aucun chercheur et aucun philosophe de la science ne devraient avoir la pleine certitude d'avoir pu éviter tout dogme.

Selon la philosophie scientifique, le poids des énoncés – et, en conséquence, leur crédibilité et leur efficacité pratique – dépendent de leur fondement et de leur degré de confirmation. Si, comme le croyait Démocrite, une seule démonstration vaut plus que le royaume des Perses, on peut apprécier la valeur de la méthode scientifique de nos jours. Ceux

qui l'ignorent complètement ne peuvent être appelés modernes; et ceux qui la dédaignent s'exposent à ne pas être dans la vérité et à ne pas être efficaces.

CHAPITRE III

QU'EST-CE QU'UNE LOI SCIENTIFIQUE? 16

1. Quatre significations du terme "loi scientifique".

La plupart des chercheurs et des métascientifiques s'accordent à penser que le centre de gravité de la recherche scientifique se trouve dans la recherche, le développement et l'application des lois scientifiques. Très peu nombreux cependant sont les épistémologues qui s'accordent sur ce que désigne le terme de "loi" dans le contexte de la science. Ainsi, par exemple, l'expression "loi du mouvement de Newton" est interprétée parfois comme une norme objective particulière du mouvement mécanique. Dans d'autres cas ces mêmes termes désignent la formule de Newton: "Force = masse \times accélération" ou tout autre énoncé la comprenant. La "loi du mouvement de Newton" est encore interprétée comme une règle de procédure au moyen de laquelle on peut prédire ou contrôler les trajectoires des corps. Dans le premier cas, on se réfère à un secteur de la réalité physique, dans le deuxième cas, ce qu'on désigne (designatum) est un rouage de la connaissance; dans le troisième il s'agit d'une règle d'action.

Le sens auquel fait allusion le chercheur lorsqu'il parle de la "loi du mouvement de Newton" dépendra des circonstances et du contexte dans lesquels il utilise l'expression en question, ainsi que de sa philosophie implicite ou explicite. S'il admet que le monde physique subsiste même lorsque personne ne le perçoit ou ne le pense 17, alors l'expression en question pourra signifier une connexion objective entre les qualités de force, de masse et d'accélération, que celles-ci aient été mesurées ou pas. En revanche, si le chercheur n'attribue pas une existence autonome aux objets physiques 18, alors il entendra par "loi scientifique" une relation invariable entre des termes enracinés d'une manière ou d'une autre dans les données des sens (ceux-ci fonctionneront comme des termes primaires ou des "faits atomiques" et non comme des signes élémentaires de notre commerce avec la réalité). Et s'il conçoit la science simplement comme un ensemble d'opérations possibles 19, alors il pourra entendre par "loi

scientifique” une certaine norme du comportement humain (par exemple la prédiction) en rapport avec une certaine classe de données empiriques (dont la totalité sera le “système des corps en mouvement” ou quelque chose de ce genre) et un certain type d’objectif. Notre chercheur pourra affirmer en particulier que seules les “équations de laboratoire” méritent le nom de lois naturelles, car elles sont confirmées directement (et non pas indirectement par les principes qui en découlent éventuellement) dans le laboratoire. Quel que soit finalement le choix philosophique de notre chercheur, s’il a entendu parler de la physique théorique contemporaine, il pourra admettre qu’il y a une classe spéciale d’énoncés se référant aux lois elles-mêmes, et opérant comme des principes régulateurs tels que “les lois naturelles ne dépendent pas des systèmes de référence ni, en particulier, du cadre de référence de l’observateur”.

Au total, nous devrions donc distinguer au moins quatre sens du terme “loi” dans le contexte des sciences factuelles.

2. Nomenclature proposée.

On ne signale jamais cette variété sémantique. Il convient toutefois de distinguer entre les différentes significations du terme de “loi” tel qu’on l’utilise dans les sciences naturelles et sociales, tout comme il convient d’adopter une nomenclature uniforme. Étant donné que les quatre significations correspondent au même terme, nous les appellerons lois de type 1, de type 2, de type 3 et de type 4, respectivement afin de supprimer l’ambiguïté signalée. On me permettra de proposer les règles de désignation suivantes:

- (1) Loi1 ou simplement loi, dénote toute norme immanente de l’être ou du devenir: c’est-à-dire toute relation constante et objective dans la nature, dans l’esprit ou dans la société.
- (2) Loi2 ou énoncé nomologique ou énoncé de loi, désigne toute hypothèse générale qui se réfère indirectement à une loi1 et qui constitue la version conceptuelle de celle-ci. Tout énoncé de loi possède en réalité deux référents: l’un est la norme d’une certaine catégorie de faits auxquels l’énoncé en question est censé s’adapter (bien que jamais parfaitement); nous pouvons l’appeler le référent médiateur de l’énoncé de loi. Le référent immédiat d’un énoncé

nomologique est, en revanche, le modèle théorique auquel il s'applique exactement. Ainsi, par exemple, la "mécanique analytique" se réfère de manière médiate aux particules matérielles, le référent immédiat étant le concept nommé "système de points matériels".

(3) Loi₃ ou énoncé nomopragsmatique désigne toute règle au moyen de laquelle on peut régler (avec succès ou non) un comportement. Les lois₃ sont presque toujours des conséquences des lois₂ conjointement avec des éléments d'information spécifiques. Une catégorie privilégiée de ce type de lois₃ est celle des énoncés nomologiques prédictifs, c'est-à-dire des propositions au moyen desquelles sont faites des prédictions (ou des rétrodictions) d'événements singuliers.

(4) Loi₄ ou énoncé métanomologique, désigne tout principe général relatif à la forme et/ou à la portée des énoncés de loi appartenant à une quelconque branche de la science factuelle.

Les lois₁ sont des structures nomologiques (normes invariables) au niveau ontique. Les lois₂ sont des propositions (prenant souvent la forme d'équations) au sujet de normes objectives: il s'agit de connaissances. Les lois₃ sont des relations invariables de nature pragmatique: elles constituent des guides pour l'action fondée scientifiquement. Enfin, les lois₄ sont des prescriptions méthodologiques et/ou des principes ontologiques (hypothèses concernant les traits saillants de la réalité).

3. Illustration de ces distinctions.

Considérons à nouveau la loi du mouvement mécanique. Celle-ci peut être considérée comme une norme objective (loi₁) reconstruite à différents degrés par divers énoncés de lois (lois₂), par exemple: (a) la loi d'Aristote: "la force est égale à la résistance multipliée par la vitesse"; (b) la loi de Newton: "la force est égale à la masse multipliée par l'accélération"; (c) la loi d'Einstein: "la force est égale à la vitesse de variation de l'impulsion"; (d) le théorème d'Ehrenfest: "la force moyenne est égale à la valeur moyenne de la vitesse de variation de l'impulsion"; (e) le théorème de Broglie – Bohm: «la force extérieure plus la force quantique est égale à la vitesse de variation de l'impulsion cachée».

Lorsqu'on ne dispose pas de "faits généraux", il n'est pas possible de vérifier directement des hypothèses générales telles que les énoncés des

lois; il n'est pas possible non plus de les appliquer telles quelles. Seules les conséquences particulières des hypothèses scientifiques peuvent être vérifiées et utilisées. Aucun énoncé de loi parmi ceux que nous venons de traiter ne peut donc être considéré comme une loi₃, c'est-à-dire comme une règle d'action. Mais certains théorèmes tirés par déduction de ces lois₂ seront des lois₃. Par exemple, toute solution de l'équation de Newton avec des conditions initiales données (position initiale $x(0)$ et vitesse initiale v_i) sera une loi₃. Ainsi l'équation de Galilée

$$x(t) = x(0) + v_i \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

est une conséquence vérifiable de la deuxième loi du mouvement de Newton, $F=ma$, et est utilisée pour avancer des prédictions, par exemple sur la durée d'une chute (à condition que soient spécifiées les valeurs des variables et des paramètres, c'est-à-dire à condition que l'énoncé universel devienne singulier); de ce fait la loi de Galilée est une "équation de laboratoire" typique, qui s'adapte à notre définition d'un énoncé nomopragmatique (loi₃).

Observons qu'à la différence de la loi₂ correspondante, une loi₃ peut renfermer des éléments d'information spécifiques, comme la position et la vitesse initiales d'un corps, ou le contour d'une membrane en vibration. Qui plus est, les lois₃ varieront en général en fonction de transformations qui laissent intactes les lois₂ correspondantes. Autrement dit, alors que les lois portant sur les faits ne dépendent pas de notre "point de vue" (systèmes de référence, unités de mesure et autres conventions), les lois₃ dépendent, elles, de notre point de vue. En d'autres termes, la description des phénomènes actuels, passés ou futurs dépend essentiellement de l'opérateur, quand bien même les phénomènes se produiraient sans notre intervention. Les transformations qui laissent intactes les lois du mouvement de Newton (mais pas ses conséquences) sont celles qui constituent le groupe de Galilée ($X=x-vt$). Le principe de la relativité du mouvement est l'énoncé métanomologique (loi₄) qui correspond à la loi du mouvement de Newton (et spécifiquement à ses propriétés d'invariance à l'égard d'un ensemble de changements donnés dans la représentation des phénomènes).

4. Justification de la distinction entre lois et énoncés de lois.

La distinction entre les lois₁ et leurs reconstructions conceptuelles (lois₂) devrait être évidente pour tout non idéaliste, ne serait-ce qu'à cause de la supposition généralement admise selon laquelle un référent médiat unique (une loi₁) correspond aux différents énoncés de lois (lois₂) d'un certain type qui se succèdent historiquement. Une telle distinction est contenue dans la notion même de perfectibilité de toute description scientifique des faits, qui contraste avec l'invariance présumée des mêmes faits (cette présomption est sans doute exacte dans une première approximation et en rapport avec chacun des niveaux de la réalité, mais elle ne l'est pas lorsqu'elle concerne la réalité toute entière, puisque la découverte de nouveaux faits s'accompagne de l'émergence de nouvelles lois).

Ce que le terme "loi de la réalité physique ou culturelle" désigne habituellement, ne dépend pas de notre connaissance, sauf dans le cas où il est question d'une loi du processus de la connaissance. Disons plutôt que les lois₂, c'est-à-dire notre connaissance des lois₁, présupposent l'existence de normes objectives. Si nous ne faisons pas cette distinction, nous pouvons tomber dans la vision magique du monde extérieur proposée par Chesterton, selon lequel "il n'y pas de lois mais seulement des répétitions mystérieuses" (weird), ou bien nous plier à la conclusion tout aussi nihiliste de Bridgman, selon laquelle "la nature est intrinsèquement et de part en part incompréhensible, et n'est pas assujettie à la loi". Les chercheurs n'acceptent normalement aucune de ces variantes de "contingentisme", mais ils tendent plutôt à admettre le principe leibnizien de l'inépuisabilité des actuels, le principe correspondant de Waismann de la texture ouverte des concepts empiriques, ou encore l'hypothèse selon laquelle il n'y a pas dans le monde extérieur de répétitions mais seulement des lois (probablement) constantes – la répétition constituant une fiction inventée par l'homme pour se réconcilier avec la variété et la nouveauté.

Les lois₁ ne sont ni vraies ni fausses: elles sont tout court. Seules les lois₂ peuvent être plus ou moins exactes. Les lois₁, bien qu'objectives, ne sont pas sensibles mais intelligibles: nous ne les percevons pas, nous les inférons des phénomènes. Ainsi les empiristes doivent nier l'existence des lois₁, parce que les lois objectives ne sont pas observables. Une telle inférence est loin d'être directe: nous n'appréhendons pas des lois₁ à

l'état pur, sans distorsion (nous appréhendons déjà difficilement ce qui est singulier). Le processus de la découverte scientifique est tout sauf un simple reflet des faits dans la conscience, par la voie de la perception et de l'induction; ce processus constitue en revanche un travail ardu de reconstruction, au moyen de concepts théoriques plus au moins élaborés. En particulier, les constructions conceptuelles dites "lois scientifiques" (nos lois₂) sont les reconstructions changeantes des lois objectives par la pensée rationnelle. Ou si l'on préfère, les constructions rationnelles appelées lois₂ sont la projection déformée et incomplète des lois₁ sur le plan conceptuel. En résumé, alors que les lois de la nature, de la pensée et de la société (lois₁) constituent la structure de la réalité, les énoncés nomologiques correspondants (lois₂) appartiennent à nos modèles idéaux de la réalité, raison pour laquelle ils ne s'appliquent – dans le meilleur des cas – qu'approximativement et, jamais avec toute l'exactitude souhaitable.

5. Justification de la nécessité des autres définitions.

Considérons maintenant ces normes que nous employons dans la description de phénomènes singuliers en termes de schémas généraux et que nous utilisons lorsque nous enrichissons notre expérience et la perfectionnons. Les énoncés nomopragsmatiques (lois₃) ne sont pas considérés habituellement comme des propositions constituant une classe à part, peut-être parce qu'ils constituent rarement des axiomes indépendants. En effet, ils sont presque toujours des applications des lois₂ à des situations ou à des classes de situations spécifiques.

Les énoncés nomopragsmatiques sont déduits presque toujours des lois₂ à l'aide des données empiriques (c'est-à-dire des propositions particulières qui se réfèrent à des membres de cette sous-classe de faits que nous appelons "expériences"). Cette particularité ressort clairement dans le cas des énoncés prédictifs déduits des énoncés nomologiques et des conditions initiales. Mais les données empiriques ne sont pas censées constituer toujours des conditions initiales, des valeurs limites ou des parcelles analogues d'information spécifique. Considérons la loi de Cuvier (approximativement vraie) de la corrélation morphologique; une conséquence de cette loi₂ est la directive bien connue qui s'applique aux prédictions paléontologiques, "la reconstruction de l'organisme tout

entier exige seulement l'examen d'une partie des restes", exemple typique de loi₃.

Observons, en passant, qu'en ce qui concerne l'utilisation des lois₂ se produit le retournement suivant du rapport fait-loi: en établissant des énoncés de lois, nous attribuons la priorité aux faits, au moins dans une certaine phase de la recherche; mais lorsque nous appliquons les lois₂, nous raisonnons comme si les lois planaient au-dessus des faits, dont la structure et la durée sont, elles, réelles. Ainsi, par exemple nous prononçons souvent des phrases de ce type: "le fait F est impossible parce que sa réalisation violerait la loi L". Nous ne voulons pas dire par là que les événements dépendent de nos énoncés nomologiques; nous ne voulons pas même dire que les faits doivent obéir aux lois₁. Nous faisons seulement des prédictions sur la base d'énoncés de lois.

Toute loi₃ ne serait-elle que la conséquence logique d'une loi₂ en conjonction avec des informations spécifiques? Il n'en est pas ainsi, en tout cas, dans la mécanique quantique qui – à la différence de la physique classique – contient des postulats se référant explicitement à des résultats possibles d'expériences, contrairement aux postulats se référant à des aspects possibles des choses en soi. Soit, par exemple, l'axiome suivant de la mécanique quantique, dans sa formulation et interprétation habituelles: "les valeurs propres α_n d'un opérateur A_{op} sont les seuls résultats possibles d'une mesure exacte de la variable dynamique A représentée par cet opérateur". Soit également cet autre postulat: la probabilité de trouver la valeur propre α_n en mesurant la variable A est égale au carré c_n^2 ... où c désigne le $n^{\text{ième}}$ coefficient du développement de la fonction d'état, selon les fonctions propres de l'opérateur que représente A_{op} . Ces deux postulats sont des lois₃ typiques, parce qu'ils ne se réfèrent pas aux qualités A des choses en soi mais, au contraire, aux qualités que nous connaissons dans l'expérimentation (elles apparaissent associées avec les qualités du dispositif expérimental).

Si l'on objectait que les lois que nous venons de mentionner ne sont pas des lois mais de "simples" règles sémantiques qui assignent un contenu empirique à certains symboles (A_{op} , α_n et c_n), on pourra affirmer que les lois₃ ne sont pas des règles conventionnelles de la signification établissant des liens arbitraires entre signes et référents, mais qu'au contraire elles sont censées exprimer des normes constantes de l'expérimentation, comme le prouve le fait qu'elles nous permettent de

recueillir de nouvelles informations empiriques et de contrôler (au moins statistiquement) certains processus physiques.

On pourrait aussi objecter ce qui suit en empruntant des exemples à la physique: quelle raison y aurait-il d'appliquer la distinction proposée dans le domaine des sciences sociales? La réponse est la suivante: c'est précisément dans les sciences de l'homme que devrait être plus utile qu'ailleurs la distinction entre énoncé nomologique et énoncé nomopragmatique. Le sociologue manipule des lois sociologiques (lois₂) qui prétendent rendre compte du comportement de la société; mais il manipule également des règles, des prescriptions, réelles ou idéales, de politique sociale. S'il ne différencie pas les deux sortes d'énoncés, il peut confondre des propositions scientifiques avec des mots d'ordre (qui s'appuient éventuellement sur des considérations scientifiques, mais ne sont pas des énoncés des lois sociales). Les lois sociologiques (lois₂) ne sont pas idéales ni impératives; seuls quelques énoncés universels au sujet de la politique sociale (lois₃) peuvent devenir des idéaux ou des normes pour certains groupes sociaux dans certaines circonstances (et à condition d'être reformulés dans un langage normatif). Bien entendu les idéaux et les normes sociales, ainsi que les propositions d'action sociale, seront viables dans la mesure où ils se fondent sur des lois₂ qui coïncident assez exactement avec les faits sociaux. Mais ce rapport de dépendance des énoncés sociaux nomopragmatiques à l'égard des lois sociologiques n'implique pas que ces deux classes d'énoncés se recoupent; les énoncés portant sur des normes sociales appartiennent aux sciences sociales, tandis que ceux qui se réfèrent à la politique sociale appartiennent à la technologie sociale.

Considérons enfin la quatrième signification de "loi scientifique". C'est probablement dans la physique moderne que l'on s'est aperçu pour la première fois de la nécessité de disposer d'énoncés explicites de lois sur les lois. Les lois₄ ne sont pas des exigences logiques ou méthodologiques connues depuis toujours, telles que "les énoncés nomologiques doivent être généraux, significatifs et vérifiables". Les lois₄ sont des règles qui guident la construction des théories. Des exemples privilégiés de cette espèce de lois sont les suivants: a) le principe de la covariance générale ("les équations qui expriment des lois physiques doivent être invariantes dans leur forme à l'égard des transformations générales et continues des coordonnées"); b) le principe de la mécanique quantique selon lequel "les quantités observables doivent être représentées par des opérateurs

linéaires hermitiens”. Peu importe ici que ces principes (ou règles) maintiennent leur valeur dans l’avenir. Ce qui nous intéresse en ce moment est le fait que ces énoncés forment une catégorie à part. On pourrait objecter qu’ils sont métascientifiques ou épistémologiques, puisqu’ils parlent d’entités et de procédés scientifiques; mais cela signifierait seulement que la métascience n’est pas complètement au delà de la science, qu’elle est en partie incluse dans celle-ci.

6. Applications de la distinction entre lois1 et lois2: les lois scientifiques sont-elles nécessaires?

Hormis chez les empiristes stricts et certains idéalistes objectifs, il est admis ou supposé en général, que les lois scientifiques sont nécessaires d’une manière ou d’une autre. L’analyse de cette proposition exige un examen sémantique préalable des termes qu’elle met en rapport: “loi scientifique” et “nécessaire”.

Le terme “loi scientifique”, dans la proposition “les lois scientifiques sont nécessaires”, désigne en général et indistinctement des normes objectives de la nature, de l’esprit ou de la société (c’est-à-dire nos lois1) et des énoncés nomologiques (lois2). Cette ambiguïté est une des sources de la controverse au sujet de la nécessité des lois. Quant au terme «nécessaire», on peut lui assigner beaucoup de significations, parmi lesquelles les suivantes sont utiles ici: a) on dit “nécessaire” une relation constante et biunivoque (un à un) entre deux ensembles (ou plus) d’objets (par exemple des propriétés); b), est “nécessaire” ce qui ne pourrait pas être autrement (par opposition à contingent); c) “nécessité” signifie connexité logique et, en particulier, analyticité (déductibilité à partir de prémisses admises préalablement). Désignons les deux premières acceptions du terme par nécessité factuelle, et appelons la connexité logique nécessité logique. Nous mettrons de côté d’autres significations du mot “nécessaire”, soit parce qu’elles n’ont pas de sens dans ce contexte (comme c’est le cas de l’équivalence entre nécessité et légalité, équation qui rend tautologique l’énoncé que nous examinons), soit parce qu’elles se classent dans la catégorie pseudopsychologique d’inconcevabilit . Nous avons deux sortes d’objets généraux (lois1 et lois2) et deux prédicats: “logiquement nécessaire” (que nous symbolisons par L), et “factuellement nécessaire” (que nous désignerons par F). En conséquence,

il y a, a priori, quatre possibilités: LF (nécessité logique et factuelle), Lf (nécessité logique et contingence factuelle), IF (contingence logique et nécessité factuelle) et lf (contingence logique et factuelle). Examinons-les.

a) Lois1. Nous devons exclure les possibilités LF et Lf en ce qui concerne les normes objectives, car la nécessité logique est une propriété des énoncés et non des objets concrets; il reste deux possibilités: IF et lf. Je proposerai l'argument suivant en faveur de la thèse selon laquelle les lois1 sont factuellement nécessaires et logiquement contingentes. Si les lois1 étaient isolées, si elles ne constituaient pas des systèmes, on pourrait alors penser qu'elles sont factuellement contingentes, c'est-à-dire qu'elles auraient pu ne pas avoir été ce qu'elles sont. Mais les lois constituent des systèmes nomologiques régionaux (c'est-à-dire des réseaux qui caractérisent chaque niveau de la réalité); en conséquence, aucune des lois n'est contingente. Toutefois on pourrait objecter que rien ne nous garantit la constance des lois: celles-ci pourraient changer, et elles changent même sans doute chaque fois qu'apparaissent de nouveaux faits. La question est de déterminer si la variation – parfaitement concevable – des lois1 est à son tour contingente ou nécessaire. Ayant admis que les lois1 constituent des systèmes, nous devrions en conclure que si elles changent, alors elles le font de manière nécessaire et, conformément à des lois, de sorte qu'il faut admettre l'existence de lois de la variation des lois. En conclusion, il est fort probable que les lois soient factuellement nécessaires, mais il est certain qu'elles sont logiquement contingentes.

b) Lois2. Puisque celles-ci sont des constructions conceptuelles (constructs), IF et lf ne sont pas possibles: nous examinerons alors les possibilités restantes, qui sont LF et Lf. Je soutiendrai que les lois2 sont, en quelque sorte factuellement contingentes et logiquement nécessaires dans un certain sens.

Tout énoncé nomologique pris isolément est logiquement contingent, puisqu'un même groupe de phénomènes peut être décrit par un nombre illimité d'hypothèses universelles méritant le nom de "lois". Ceci constitue l'essence de l'argument de Russell contre le principe de légalité, et demeure valable pour des généralisations telles que les courbes dites empiriques, puisque par un nombre infini de points on peut faire passer une quantité infinie de courbes. Mais ceci n'est plus valable lorsque l'énoncé nomologique en question est inclus dans une théorie, c'est-à-dire lorsqu'il entre en contact logique avec d'autres énoncés de lois: dans ce

cas il n'est pas seulement confirmé par ces cas favorables, mais également par des hypothèses qui ont un rapport avec lui, atteignant ainsi, dans une certaine mesure, le caractère d'énoncé logiquement nécessaire. La même chose s'applique a fortiori à ces énoncés nomologiques qui peuvent se déduire d'axiomes ou de principes: ils sont directement analytiques.

Il semblerait donc que nous puissions conclure a) que les lois₁ (normes objectives) sont factuellement nécessaires mais logiquement contingentes; b) que les lois₂ (énoncés nomologiques) sont factuellement contingentes et logiquement nécessaires, non pas au sens où elles seraient imposées par des axiomes logiques ou par des principes immuables de la raison, mais parce qu'elles sont ou tendent à être logiquement en relation avec d'autres énoncés de lois.

7. Application de la distinction entre des lois₂ et des lois₃: la causalité est-elle une propriété intrinsèque des lois?

La distinction proposée peut contribuer à éliminer plusieurs malentendus dans les philosophies de la science en vigueur. Par exemple, la distinction entre énoncés nomologiques (lois₂) et nomopragmatiques (lois₃) aide à éclairer la différence de nature entre l'explication scientifique et la prédiction scientifique, qui est très souvent contestée¹¹. La différence est en général ignorée par les métascientifiques, ceux qui limitent leurs analyses à la structure logique de ces deux opérations qui, en effet, n'en font qu'une. Je désire expliquer par là que, sur la base d'énoncés de lois causales (ou partiellement causales), on peut proposer des explications causales (ou partiellement causales), c'est-à-dire des explications en termes de cause, mais très rarement des prédictions qui seraient elles aussi causales.

En effet, la plupart des prédictions que l'on réalise sur la base d'énoncés de lois – qu'elles soient causales ou non – ont une composante statistique qui peut être absente de la loi₂ correspondante. Il en est ainsi des prédictions astronomiques concernant les positions des corps célestes qui sont toujours partiellement statistiques, au sens où elles incluent l'estimation de l'erreur probable. À l'inverse, les énoncés de lois₂ à des fins de vérification, prédiction ou action (c'est-à-dire les lois₃), peuvent avoir une composante causale absente de la loi₂ correspondante (au cas

où ils ont une correspondance gnoséologique). Ceci arrive chaque fois que nous pouvons contrôler quelques-unes des variables liées par l'énoncé nomologique en question. L'ensemble des variables sous contrôle expérimental s'appelle souvent la "cause", si lorsque changent ses valeurs de la manière prescrite, il s'ensuit invariablement un certain effet d'une manière univoque, sans qu'à son tour celui-ci intervienne sensiblement sur la "cause". Toutefois, ceci ne suffit pas pour assurer que la relation donnée – c'est-à-dire la loi – est elle-même causale. Pour l'assurer, nous devrions prouver qu'en choisissant l'ensemble complémentaire des variables en tant que paramètre sous contrôle expérimental (c'est-à-dire en manipulant l'effet précédent comme cause), la connexion variera. Car, si la connexion demeure invariable (si la relation est symétrique), alors elle n'est pas à proprement parler causale, car, par définition, la causalité est une connexion asymétrique.

En conclusion, les composantes causale et statistique d'une loi naturelle ou sociale donnée ne sont pas toujours des propriétés intrinsèques de cette loi, mais elles varient selon qu'elles sont exprimées par des énoncés nomologiques ou nomopragmatiques. Il est utile, de ce fait, lorsqu'on examine le problème de la légalité et de la causalité, de préciser si l'on se réfère à des lois² ou bien à des énoncés utilisés à des fins prédictives ou dans d'autres buts. Observons-le en passant, le simple fait que l'on puisse tracer une distinction nette entre des énoncés nomologiques et des énoncés nomopragmatiques constitue un argument à l'encontre de la thèse opérationniste selon laquelle la signification d'une proposition synthétique consiste dans sa technique de vérification.

8. Les idéaux de la science et les divers niveaux de signification du mot loi.

Sur la base des distinctions élaborées et justifiées jusqu'ici, nous pourrions résumer les idéaux de la recherche scientifique fondamentale dans les maximes suivantes:

- 1) Conformité aux lois. Les faits singuliers (événements et processus), tels que le lancement d'un satellite, le dernier cauchemar du lecteur, ou la dernière grève de l'histoire, devront être considérés comme des cas particuliers de lois¹ (ou plus exactement comme des sections de faisceaux des lois¹).

- 2) Intelligibilité. Les lois¹ ne sont pas perceptibles mais elles sont intelligibles. Leur connaissance se concrétise dans des hypothèses générales (particulières ou universelles) pouvant s'appeler lois² ou "énoncés nomologiques".
- 3) Limitation et perfectibilité. Toute loi² possède un domaine de validité particulier, et est faillible parce qu'elle dépend en partie de l'expérience; mais tout énoncé nomologique peut être perfectionné dans son extension aussi bien que dans sa précision.
- 4) Généralité de la connaissance factuelle. Les énoncés factuels singuliers peuvent se déduire d'énoncés factuels généraux (hypothèses appelées lois²). L'explication scientifique des faits se réduit à cela du point de vue logique.
- 5) Systématicité. Les lois² constituent des systèmes logiquement organisés ou tout au moins susceptibles d'être organisés. La plupart des lois sont déductibles des hypothèses d'un niveau plus élevé: celles de plus haut niveau, dans un contexte donné, s'appellent "axiomes" ou "principes". Autrement dit, la majorité des énoncés nomologiques sont applicables en termes de lois² d'un degré de généralité encore plus élevé (par exemple les équations du mouvement sont déductibles de principes variationnels). C'est en cela que consiste l'explication scientifique des lois.
- 6) Généralité des énoncés empiriques. Les énoncés empiriques singuliers (ceux qui se réfèrent à la sous-classe de faits que l'on appelle "expériences") sont déductibles d'hypothèses que l'on peut appeler lois³. Ces dernières propositions constituent les armes de la prédiction: elles contiennent des variables (liées) telles que le temps et/ou des constantes descriptives résumant des éléments d'information spécifique (comme le prix du blé d'une année donnée).
- 7) Conformité des lois à des lois. Les énoncés nomologiques (lois²) s'adaptent à certains schémas généraux que l'on peut appeler lois. L'exigence (inadéquate) que toutes les lois soient exprimées comme des équations différentielles, et le principe (plausible) de covariance, appartiennent tous deux à cette catégorie de propositions (au sens de ce qui est proposé). Elles peuvent être considérées comme des prescriptions méthodologiques et/ou comme des suppositions ontologiques.

Le nombre sept étant célèbre pour ses propriétés, nous pouvons arrêter ici notre tentative de définir la science en termes des différentes significations du mot loi, dont la polysémie a été à l'origine de célèbres imbroglios 20.

CHAPITRE IV

PHILOSOPHER SCIENTIFIQUEMENT, ABORDER LA SCIENCE PHILOSOPHIQUEMENT 21

1. *Philosophie et science.*

Lorsque nous disons “philosophie et science”, le mot “et” peut signifier l’affirmation simultanée des deux termes, ou bien une relation déterminée entre eux. Si nous voulons être plus précis, nous devons faire appel non plus à une conjonction, mais aux prépositions, car celles-ci constituent les équivalents linguistiques des rapports logiques. Jouons donc un moment avec les prépositions afin de trouver le nom qui conviendra le mieux à notre discipline.

Commençons par “de”. Si nous disons “philosophie de la science”, nous voulons dire qu’il s’agit de l’examen philosophique de la science: de ses problèmes, de ses méthodes, de ses techniques, de sa structure logique, de ses résultats généraux, etc. Et en effet, l’épistémologie englobe tout cela, mais elle va aussi au delà.

Nous devrions peut-être appeler philosophie dans la science – ou plus exactement “philosophie de la philosophie dans la science” – l’étude des implications philosophiques de la science, l’examen des catégories et des hypothèses qui interviennent dans la recherche scientifique ou qui surgissent dans la synthèse de ses résultats. Par exemple, les catégories de matière, d’espace, de temps, de transformation, de connexion, de loi et de cause, et des hypothèses telles que “la nature est intelligible”, ou “tous les événements obéissent à des lois”. C’est vrai, ceci préoccupe bien l’épistémologie; et pourtant cela ne suffit pas.

Que nous dira l’expression “philosophie à partir de la science”? Elle suggère une philosophie qui prend son départ dans la science et qui a substitué à la spéculation sans frein une recherche guidée par la méthode scientifique, exigeant que tout énoncé ait un sens et que les affirmations soient vérifiables.

Que signifie maintenant “philosophie avec la science”? Cette expression suggère – de manière ambiguë – qu’il s’agit d’une philosophie

accompagnant la science, ne restant pas à la traîne, ne spéculant pas sur l'être et le temps en marge des sciences qui s'occupent des différentes sortes de l'être et du devenir: en somme, une discipline qui ne se sert pas de connaissances anachroniques, et qui n'essaye pas de forcer des portes déjà ouvertes.

Examinons pour finir l'expression "philosophie pour la science". Cette expression suggère une philosophie qui ne se limite pas à se nourrir de la science, mais qui voudrait l'alimenter, en signalant, par exemple, les différences qui existent entre la définition et le fait, ou entre une vérité de fait et une proposition vraie ou fausse indépendamment des phénomènes: non seulement cette philosophie explorera les fondements des sciences pour mettre à nu les hypothèses philosophiques que celles-ci admettent à un moment donné, mais elle éclairera aussi la structure et la fonction des systèmes scientifiques, en indiquant des rapports et des possibilités inédites.

Tout cela en effet est l'épistémologie: philosophie de, dans, à partir de, avec et pour la science. Pour être équitables avec les cinq prépositions, nous nous proposerons de n'employer aucune d'entre elles et de choisir en revanche un terme unique qui possède toutes ces significations. Pourquoi pas épistémologie, qui signifie étymologiquement théorie de la science? Ou bien pourquoi pas métascience qui signifie science de la science? L'une et l'autre de ces dénominations possèdent l'avantage de ne pas réduire le domaine de la discipline en question à une branche de la théorie de la connaissance ²², et de permettre d'embrasser tous les aspects qui peuvent se présenter dans l'examen de la science: l'aspect logique, l'aspect gnoséologique et, éventuellement, l'aspect ontologique.

Mais ne pourrions-nous pas poursuivre notre jeu avec d'autres prépositions telles que contre, sur ou sous? Il est vrai que celles-ci servent à caractériser d'autres relations possibles entre la philosophie et la science; mais nous verrons qu'elles ne sont pas appropriées. En effet, sera une philosophie contre la science toute philosophie irrationaliste ou celle qui, en tout cas, est une ennemie de la méthode scientifique. Bien qu'elles soient rares et schématiques, il y a néanmoins des philosophies de la science qui nient toute portée et toute valeur à la science, ou qui l'amputent radicalement et qui, en outre, n'abordent pas les problèmes de la science de manière scientifique, ni même intelligible. Une épistémologie qui ne serait pas parasitaire mais qui s'efforcerait d'être utile à la science devrait commencer par la respecter (pas nécessairement

servilement), puisque la science a toujours à apprendre de la critique philosophique fondée. Qui philosophe contre la science, ou bien en marge de la science, imite les scolastiques qui refusaient de regarder à travers la lunette astronomique de Galilée.

Quant aux prépositions sur et sous, en entrelaçant les termes “philosophie” et “science”, elles servent à désigner des conceptions très étroites du lieu et de la fonction de l'épistémologie. Si nous disons “philosophie sur la science”, nous voulons dire par là une science supérieure en valeur et en pouvoir aux sciences particulières: une scientia rectorix avec de telles ambitions de mise sous tutelle que les chercheurs se moqueraient d'elle à juste titre, car la recherche scientifique ne tolère pas d'oukases. Pour sa part l'expression “philosophie sous la science” suggère la position inverse de dépendance unilatérale de la philosophie à l'égard de la science; ceci constitue une erreur que les épistémologues ne commettent pas dans les faits bien que parfois ils la proclament comme la plus excellente des vertus épistémologiques. La philosophie de la science implique l'examen des présupposés philosophiques de la recherche scientifique, mais elle a aussi le droit à une élaboration créatrice à un niveau différent de celui de la science bien que reposant sur lui: le niveau métascientifique.

Il n'y a pas de penseur qui se mêle plus de ce qui ne le regarde pas que l'épistémologue; aujourd'hui il signale une hypothèse philosophique cachée dans un système théorique, demain il contestera le droit de l'homme de science à utiliser une certaine catégorie dans un contexte déterminé et, après demain, il énoncera une théorie sur une classe déterminée de concepts ou d'opérations de la science. L'épistémologie n'est ni au delà ni en dessous de la science: elle est à la fois dans la racine, dans les fruits et dans le tronc même de l'arbre de la science. Il faut distinguer les problèmes métascientifiques des problèmes scientifiques, mais il n'y a pas de raison pour inventer un abîme qui les sépare: il n'existe probablement pas de problème scientifique qui ne soulève de problèmes philosophiques, ni de problème philosophique que l'on puisse aborder avec une chance de succès sans adopter une attitude scientifique.

Certains philosophes manquant d'une formation scientifique sont responsables des philosophies de la science qui sont anti-scientifiques ou tout au moins a-scientifiques, de la même manière que les scientifiques sans formation philosophique sont souvent les croyants les plus fervents en l'existence de la philosophie de la science – en général, celle qu'ils ont

apprise dans un livre d'épistémologie trouvé par hasard. Il n'y a pas une philosophie de la science en tant que théorie unique: il y a seulement des tentatives – certes de plus en plus sérieuses – de “scientifiser” l'épistémologie et, en général, la philosophie. La situation qui prévaut dans ce domaine rappelle celle de la physique avant la synthèse newtonienne ou celle de la biologie avant la synthèse darwinienne: il y a beaucoup de résultats éparpillés qui échappent aux moules caduques des différentes écoles, des résultats à intégrer graduellement en détruisant pour cela les barbelés installés entre les écoles qui ont apporté des contributions positives à la philosophie scientifique de la science. Ceux qui entreprennent la tâche d'élaguer les branches mortes, de développer les branches saines et de les coordonner en systèmes cohérents, mais transitoires, ceux-là rempliront la mission du synoptikos de Platon. Mais ils ne le feront plus en marge de la science ni en ignorant le savoir moderne, ils le feront en se fondant sur ce savoir. Chaque époque a tenté d'intégrer des connaissances: notre époque, l'ère de la science, tente d'intégrer des connaissances plus au moins vérifiées, mais elle ne prétend pas élaborer des synthèses achevées.

2. Disciplines contiguës à l'épistémologie.

Si l'une des ambitions de l'épistémologue est d'analyser la structure logique des théories scientifiques, alors la logique est un de ses instruments de travail. Naturellement, l'épistémologue utilisera la logique de son siècle, sans en être nécessairement un spécialiste, de la même manière que le biologiste emploiera la physique de son siècle sans être lui-même un physicien. La logique de notre temps – je parle de la logique scientifique – se compose essentiellement de la logique symbolique ou logistique, et de la logique inductive ou l'inférence probable. L'épistémologue qui ignore la logique moderne, pourra confondre des expressions du type “Socrate est mortel” avec celles du type “Socrate fut le maître de Platon”. Et celui qui ignore l'existence de la logique de l'inférence non démonstrative ne réalisera pas les différences existantes entre le procédé constitutif d'une théorie scientifique et son organisation rationnelle ultérieure. On peut en dire autant de la sémiotique ou science des signes – des langages particuliers – qui comprend la syntaxe, ou théorie des relations entre les signes, la sémantique, ou théorie des

relations entre les signes et ce qu'ils désignent, et la pragmatique, ou théorie de l'utilisation des signes. Étant donné que toute science emploie des signes, l'épistémologue devra employer les résultats de la sémiotique dans l'analyse du langage de la science. Mais n'exagérons rien. Quoique certains affirment que la philosophie de la science est seulement une logique de la science ²³, ou tout au plus une analyse syntaxique et sémantique du langage scientifique, bien que les formalistes affirment par ailleurs que l'épistémologue doit seulement s'intéresser à la structure logique des théories achevées, le fait est que les sciences de la réalité ne travaillent pas qu'avec des concepts, mais aussi avec des choses, tant naturelles qu'artificielles. Les actes du chercheur étant aussi importants que sa pensée, l'épistémologie ne devrait pas se limiter à la logique et au langage de la science: elle ne devrait pas être seulement une théorie des théories mais aussi une théorie des actes, c'est-à-dire une méthodologie et pas seulement une métathéorie. En conséquence, la logique et la théorie des signes sont des instruments importants de l'épistémologue mais nullement les seuls.

Beaucoup d'épistémologues estiment l'étude du processus de la découverte et de l'invention, aussi intéressante et fructueuse que celle de l'exposition et de la justification des résultats. Qui plus est, l'histoire de la science, si on y intègre les faits les plus récents, devient la source de la matière première de l'épistémologie. Pourquoi la dynamique de la science serait-elle moins intéressante que la statique? Il est rare qu'un intérêt profond pour les idées et les actes n'amène pas à enquêter sur leurs origines et leur développement. De plus, la filiation historique des unes et des autres aide à les comprendre. De la même manière que l'état actuel de l'espèce biologique ne peut être convenablement compris que comme une étape d'un processus, de même on ne comprend pas tout à fait la démarche scientifique si l'on ne regarde que ses résultats. De nombreux efforts scientifiques du passé semblent naïfs et les réussites modernes semblent miraculeuses si on ne les replace pas dans leur contexte historique. Celui qui soutient que l'épistémologue doit s'occuper seulement de la structure logique et – le cas échéant – du fondement empirique des théories achevées, adopte une attitude fixiste qui amène à pétrifier les résultats, à oublier que ceux-ci sont approximatifs et perfectibles. Si l'on désire étudier exhaustivement une transformation – et la science est changeante au plus haut degré -, il faut adopter une attitude transformiste capable de saisir la dynamique de la recherche scientifique.

On peut en dire autant de l'histoire de la philosophie: on suppose souvent que l'épistémologue n'a rien à apprendre des philosophes du passé, que ceux-ci n'ont fait qu'empiler erreurs sur erreurs. Celui qui adopte une pareille attitude arrogante à l'égard de ses prédécesseurs, s'expose, au mieux, à découvrir la poudre et, au pire, la pierre philosophale. Il dédaigne, en outre, une des sources de l'activité scientifique et, en même temps l'un de ses principaux résultats, c'est-à-dire certains principes philosophiques relatifs à la réalité dans son ensemble, à la connaissance en général, etc. Ces principes interviennent dans la recherche scientifique -habituellement implicitement -, du simple fait qu'ils interviennent dans la conception du monde du chercheur. L'adoption d'une attitude scientifique en philosophie et le traitement rigoureux des problèmes métascientifiques n'impliquent pas le dédain de la totalité de la philosophie traditionnelle; ils exigent plutôt d'aborder entièrement sa problématique, sur la base, cette fois, des connaissances scientifiques et techniques philosophiques actuelles. Bien entendu, l'épistémologue scientifique pourra mésestimer certains problèmes traditionnels qu'il considérera comme de simples imbroglios verbaux et il accordera à d'autres problèmes une importance bien moindre que celle qu'ils eurent dans le passé. Mais il abordera, en revanche, des problèmes sur l'énoncé même desquels ses ancêtres ne pouvaient pas avoir la moindre idée, comme, par exemple, la stratégie de l'expérimentation, ou les rapports entre la probabilité et la fréquence, ou la technique de la construction des théories. L'épistémologue n'a pas, en somme, à feindre d'avoir coupé tout lien avec le passé, car, toutes radicales que soient les nouveautés qu'il énonce, il se hisse sur le passé; s'il ne veut pas retomber dans les fautes anciennes, il prendra soin d'assimiler le passé au lieu de le dédaigner.

L'épistémologue qui néglige ou dédaigne l'histoire des idées scientifiques et philosophiques, adopte à leur égard une position aussi hautaine et fermée que celle de l'historien de la philosophie qui ignorerait l'existence de la philosophie de la science ou la confondrait avec le mouvement de négation ou de minimisation de la science. Le fixiste, qui ignore l'histoire des idées, prend souvent pour définitive la théorie la plus récente et l'entoure d'une cuirasse scolastique qui pourra, plus tard, rendre difficile ou retarder son développement interne et sa critique épistémologique. C'est ce qui arriva à la mécanique de Newton, et ce qui arrive à la mécanique quantique. En procédant de cette manière, loin d'être utile au

progrès scientifique, l'épistémologie fixiste contribue à le retarder. De plus, le fixiste – qui s'attache à ne rien considérer d'autre que la formation et le développement des concepts – tombe d'habitude dans la tentation de philosopher sur une science atemporelle, parfaite, inexistante, imitant ainsi le métaphysicien qui invente un être immuable et inaccessible, au delà du devenir ordinaire. L'épistémologie, en somme, sans se confondre avec l'histoire des idées et des pratiques de la science et de la philosophie, doit se servir d'elles pour pouvoir placer son objet dans un contexte historique.

Les empiristes traditionnels cherchaient la signification des idées dans leurs racines psychologiques: croyant faire de la philosophie, ils faisaient de la psychologie de la connaissance. Les matérialistes vulgaires trouvaient la signification des idées dans leur corrélation avec le milieu naturel et social au sein duquel elles naissent et se développent: croyant faire de la philosophie, ils faisaient de la sociologie de la connaissance. La psychologie et la sociologie de la connaissance sont ou voudraient être des sciences particulières; elles ne font pas partie de l'épistémologie – quoiqu'on les confonde souvent avec elle, car toutes les trois s'expriment sur la science. Alors que la psychologie de la science étudie la corrélation entre le psychisme du chercheur et l'acte de la conception, alors que, pour sa part, la sociologie de la science étudie sa fonction sociale et éventuellement la responsabilité sociale du chercheur, la philosophie de la science, elle, s'occupe des aspects logiques, gnoséologiques et ontologiques de la science et non pas du comportement individuel ou social du chercheur. Toutefois, seul un épistémologue myope ne profiterait pas des conclusions que lui offrent la psychologie et la sociologie de la connaissance, puisque celles-ci lui permettent de situer et de comprendre plus étroitement son objet.

Les disciplines que nous avons mentionnées – l'épistémologie, la logique, la théorie du langage, l'histoire de la science et de la philosophie, ainsi que la psychologie et la sociologie de la science – s'efforcent de savoir ce qu'est le savoir. En conséquence, bien que différentes, elles sont loin d'être étrangères entre elles: chacune d'entre elles éclaire une facette du même objet: le savoir vérifiable.

3. Sciences et Humanités.

On ne conteste plus de nos jours le fait que la science constitue la culture contemporaine; elle est non seulement le fondement d'une technologie qui donne à notre culture une physionomie tout à fait originale, mais elle absorbe continuellement des disciplines qui étaient autrefois artistiques et philosophiques: hier l'anthropologie, la psychologie et l'économie; de nos jours la sociologie et l'histoire, demain, peut être, l'éthique et l'esthétique. En outre, la conception du monde de l'homme contemporain se fonde de plus en plus sur les résultats de la science: la donnée remplace le mythe, la théorie la fantaisie, la prédiction la prophétie. La culture sociale et la culture personnelle deviennent en somme de plus en plus scientifiques. Au siècle dernier, la méconnaissance de l'Iliade était un signe d'ignorance. De nos jours, on en penserait autant, avec la même justesse, de l'ignorance des rudiments de la physique, de la biologie, de l'économie et des sciences formelles²⁴. Cela semble raisonnable, car ces disciplines nous aident mieux qu'Homère à évoluer dans la vie moderne: elles sont non seulement plus utiles mais aussi plus riches intellectuellement.

Une pareille attitude n'implique pas un dédain pour les arts et les humanités; ceci ne signifie pas que soit digne d'admiration le spécialiste qui demeure insensible à l'égard de la beauté, ou qui méprise la recherche philologique. Mais au siècle des plus grands acquis sociaux et de l'énergie nucléaire, il n'est plus possible de considérer la littérature et la critique littéraire comme les axes de la culture ou la base de la formation culturelle. Une modernisation du concept d'humanités s'impose, ainsi qu'un rééquilibrage des diverses composantes de l'éducation pour permettre une formation scientifique adaptée.

Comment réussir efficacement l'intégration de la science et des humanités? Un schéma possible consiste à ajouter des travaux de laboratoire au programme d'étude des humanités, et de la littérature au programme d'études scientifiques. Il n'est pas étonnant que cette addition soit vouée à l'échec: ce qui est ainsi ajouté est considéré comme accessoire, étudié à contrecœur, sans laisser de traces. On n'obtient pas une réorientation des études scientifiques ni de la mentalité des étudiants au travers d'une simple juxtaposition de matières. Si ce que l'on cherche est une synthèse, on doit parvenir à une solution d'intégration et non pas

d'addition. Pourquoi n'essaierait-on pas de cultiver une attitude philosophique dans les sciences naturelles, et une attitude scientifique dans la philosophie ou dans ce que l'on appelle les humanités? Il n'y a pas de raison pour chercher la science en dehors des humanités alors qu'on cherche à les aborder sous forme scientifique; il n'y a pas de raison de chercher la philosophie en dehors de la science, dont on n'ignore pas qu'elle possède une substance philosophique.

L'épistémologie est un terrain particulièrement propice pour valoriser et promouvoir l'intégration de la science, de la philosophie et des humanités. Elle s'occupe des fondements et des procédés de toutes les sciences, depuis la géologie jusqu'à la linguistique, et montre que la science moderne est une activité éminemment spirituelle, qui se sert de l'activité manuelle comme d'un moyen. Il n'est pas difficile de montrer à l'étudiant en sciences que le travail scientifique n'est pas étranger au travail spirituel, puisqu'il se propose d'édifier des systèmes d'idées; que par conséquent ces systèmes d'idées supposent des hypothèses philosophiques et amènent à en formuler d'autres; que toute science pose, à son tour, des problèmes ardu à l'histoire des idées, à la sociologie, et à d'autres disciplines que l'on considère, ou que l'on considérerait comme des humanités. Il n'est pas nécessaire d'imposer des humanités à l'homme de science; il suffit de lui montrer que sa propre science en est habitée, ou est en rapport avec elles. Si l'on exige de la précision conceptuelle de l'étudiant en sciences, celui-ci finira bien par soigner sa logique et par polir son expression littéraire; si on lui montre la valeur intrinsèque et sociale de la science, et si on le persuade que la transparence logique des édifices conceptuels est nécessaire pour les remanier ou les élargir, il apprendra à reconnaître dans sa science autre chose que la seule étude d'une catégorie déterminée d'objets.

Nous ne parviendrons pas à faire du chercheur un homme cultivé en l'obligeant à étudier des thèmes qui ne l'intéressent pas. Il faut par contre le stimuler pour qu'il prenne conscience de la racine gnoséologique et de la charpente logique de sa spécialité; habituons-le à repérer les connexions de sa spécialité avec d'autres disciplines; inculquons-lui l'idée que sa matière a une histoire et une fonction sociale, dont son avenir dépend en grande partie; et pour cela, le vecteur le plus efficace est constitué par les remarques opportunes de l'enseignant en sciences lui-même; mais comme, en général, les professeurs de sciences qui possèdent une formation philosophique et historico-sociale sont rares, il faut

envisager des cours spéciaux de philosophie et d'histoire de la science. À la lumière de ces disciplines, le spécialiste et l'apprenti-spécialiste comprennent que la philosophie et ce que l'on appelle les humanités ne sont pas du tout extérieures à sa matière; et, en s'en rendant compte, ils s'efforceront d'approfondir ces dimensions extra-scientifiques de leur spécialité. Ils deviendront ainsi, insensiblement, des spécialistes cultivés. En revanche, du spécialiste qui refuse résolument que sa science ait un rapport avec la philosophie, de celui qui se désintéresse totalement de la structure logique, de l'évolution historique ou de la fonction sociale de sa propre spécialité, de celui-là nous ne pourrions pas dire qu'il soit un homme cultivé, même s'il lit des romans ou parcourt les expositions de peinture. Son inculture réside en ceci qu'en refusant tout savoir sur ce qu'il fait, il finit par ignorer sa propre science.

4. Les études épistémologiques dans la formation du chercheur.

Certains pensent que ce n'est pas parce que le chercheur prend conscience des implications et des projections non scientifiques de son propre travail, qu'il en devient pour autant plus efficace dans sa spécialité: ils veulent bien admettre qu'il sera plus cultivé, et qu'en conséquence il vivra une vie plus rationnelle et plus riche, mais ils affirment qu'en échange il ne découvrira et n'inventera pas plus ni mieux, qu'au contraire, il s'éloignera de son objectif par ses lectures et ses méditations en marge de sa spécialité. Cette opinion répandue, reflète sans doute la préoccupation légitime d'éviter des détours inutiles, mais elle n'est pas partagée par les grands maîtres de la pensée scientifique ²⁵ et est plutôt typique de ceux qui prennent les moyens pour des fins.

L'étudiant en sciences ou le scientifique qui consacre, à un moment ou un autre, une partie de son temps à des études épistémologiques pourra en tirer quelques-uns des bénéfices suivants:

- a) il ne sera pas prisonnier d'une philosophie incohérente et adoptée inconsciemment; il pourra alors corriger, systématiser et enrichir les opinions philosophiques qui interviennent de toutes façons dans sa vision du monde.
- b) il ne confondra pas ce que l'on postule avec ce que l'on déduit, la convention verbale avec la donnée empirique, la chose avec ses qualités,

l'objet avec sa connaissance, la vérité avec son critère, et ainsi de suite. Ceci lui épargnera de chercher des démonstrations aux définitions, l'empêchera de confondre la preuve logico-mathématique avec la vérification empirico-logique, et l'aidera à évaluer le support empirique des théories; il ne confondra pas matière avec masse et il n'attribuera pas de masse à n'importe quelle quantité d'énergie; il ne prendra pas "antériorité" ou "prédictibilité" pour "causalité", et il ne réduira pas l'explication scientifique à sa variante causale. Plus généralement, il s'efforcera de comprendre les termes qu'il emploie, comme le firent avant lui les scientifiques à l'esprit philosophique qui construisirent la science moderne.

- c) il prendra l'habitude d'expliquer ses présupposés et ses hypothèses, ce qui lui permettra de savoir ce qu'il faut corriger lorsque la théorie ne coïncide pas avec les faits de manière satisfaisante.
- d) il prendra l'habitude d'organiser systématiquement ses idées et d'épurer son langage; il prendra l'habitude, en somme, de chercher la cohérence et la clarté.
- e) il aiguïsera son bistouri critique: la méditation épistémologique, en nous habituant à exiger des preuves, est une excellente prévention contre le dogmatisme.
- f) le chercheur ayant un peu de formation épistémologique pourra améliorer sa stratégie d'invention en procédant plus soigneusement à la planification des expériences ou des calculs, et à la formulation des hypothèses comme à l'évaluation des conséquences des uns et des autres. L'épistémologie n'aide certainement pas à mesurer ni à résoudre des équations, mais elle aide en revanche à situer ces opérations dans le processus de la recherche.
- g) son attention se déplacera du résultat au problème, de la recette à l'explication, de la loi empirique à la loi théorique. Aucune théorie à contenu factuel ne le satisfera définitivement: il trouvera toujours une objection à opposer. L'étude de l'épistémologie, en le rendant contestataire, pourra le stimuler pour explorer de nouveaux domaines.
- h) la philosophie et l'histoire de la science l'habitueront à considérer la marche de la science non pas comme un développement simplement cumulatif, mais comme un processus dans lequel chaque solution pose de nouveaux problèmes: d'anciennes hypothèses rejetées pour un motif quelconque peuvent retrouver leur intérêt pour un autre motif; chaque

problème possède, en conséquence, plusieurs niveaux de solution. À l'inverse, pour ceux qui n'abordent pas la science avec une attitude philosophique et historique, toute formule scientifique est triviale dans son utilisation; la théorie la plus récente est pour eux la théorie définitive ou tout au moins l'avant-dernière. N'y a-t-il pas eu des textes qui qualifient d'évidente la théorie de Newton et d'autres qui attendent impatiemment la nouvelle théorie définitive à venir?

- i) il élargira son horizon en élargissant la diversité des rapports logiques et des possibilités d'interprétation.
- j) il procédera avec prudence lorsqu'il tâtonnera en terrain inconnu: il poussera plus loin les exigences de vérification, mettra en doute la valeur des données empiriques qui s'enchaînent dans des théories fragiles – tout au moins il les mettra en quarantaine – et ne permettra pas que les détails cachent l'essentiel. Mais il ne perdra pas de ce fait courage: il respectera plutôt les théories consacrées sans servilité. De même qu'il n'y a pas de grand homme pour son valet 26, il n'y a pas de théorie intouchable pour le philosophe qui adopte une attitude philosophique, car il voit la science, pour ainsi dire, en pantoufles.

Pour toutes ces raisons et dans l'intérêt même du développement de la science, il convient dans l'enseignement de celle-ci que les enseignants attirent l'attention sur les problèmes philosophiques et les racines historiques des questions scientifiques; pour les mêmes raisons, il convient d'inclure l'étude de la philosophie et celle de l'histoire de la science dans les programmes des diverses sciences particulières. Ce qui n'ajoutera pas de connaissances spécifiques sur le monde, mais facilitera la compréhension, l'approfondissement, l'organisation et l'évaluation de ces connaissances. Le chercheur ou l'étudiant en sciences qui consacre un peu d'attention à ce genre d'études ne se détournera donc pas de son objet, il en recevra au contraire des stimulations pour aborder sa tâche avec davantage de profondeur et de responsabilité, et même avec plus d'amour: il prendra conscience que son travail est plus complexe, plus important et même plus beau que ce qu'il avait cru. Il existe naturellement un risque que quelques-uns passent du côté de l'épistémologie ou de l'histoire de la science. S'il en est ainsi, à la bonheur. Ne proteste-t-on pas à cause de la rareté des philosophes et des historiens de la science qui maîtrisent l'objet de leurs études?

5. L'apprentissage et l'enseignement de l'épistémologie.

S'il n'est pas facile que l'étudiant en sciences adopte une attitude philosophique devant sa propre spécialité, il est à craindre, symétriquement, que dans les conditions actuelles, il ne soit pas facile d'induire les élèves en philosophie à adopter une attitude scientifique. C'est en premier lieu l'immaturation de l'épistémologie elle-même qui rend son étude accidentée. En second lieu, les étudiants ne sont pas toujours convenablement préparés à adopter une attitude scientifique.

Est-il possible qu'existent des étudiants en littérature qui ne sachent pas lire ou écrire? Non, car il s'agit d'une discipline qui porte sur le langage écrit, et donc qui en suppose la maîtrise: personne ne prendrait au sérieux un analphabète qui prétendrait l'enseigner. Par contre, le fait que l'on enseigne la philosophie des sciences à des étudiants qui possèdent dans le meilleur des cas un bagage constitué de souvenirs des notions scientifiques élémentaires apprises dans l'enseignement secondaire, ne provoque ni étonnement, ni scandale. Il est tout aussi rare que l'on se scandalise du fait que des audacieux fassent semblant d'enseigner la philosophie de la science sans avoir jamais fait de la recherche scientifique ni avoir étudié les sciences à un niveau universitaire.

Il ne suffit pas d'avoir des notions sur la science classique si l'on veut philosopher avec profit sur la science actuelle. Pour faire une philosophie de la science vivante, pour faire une épistémologie utile à la science, pour pouvoir détecter et aborder la problématique philosophique que suscite la recherche scientifique pratiquée sous nos yeux, il faut – même si cela s'avère insuffisant – avoir une connaissance de première main de cette même science. Une telle connaissance n'est pas accessible dans toute son ampleur à un seul individu. De ce fait, l'épistémologie, comme toute autre branche du savoir et peut-être même plus que les autres, est une démarche collective à laquelle contribuent de nombreux spécialistes, philosophes de la logique, des mathématiques, de la physique, de la biologie, des sciences sociales, etc.

Pour faciliter l'apprentissage scientifique préalable à toute considération épistémologique sérieuse, on pourrait concevoir la collaboration des chercheurs et des étudiants en science avec les étudiants en épistémologie; les premiers pourraient faire bénéficier les étudiants en épistémologie de leur activité, tout en profitant de cet échange pour

découvrir des problèmes traditionnels de la philosophie, dans leurs rapports avec des problèmes scientifiques d'actualité.

L'apprentissage de l'épistémologie n'aura pas une orientation philosophique définie: son objectif est de faciliter l'acquisition d'une information large et objective, de promouvoir la discussion et, par dessus tout, d'inciter à une réflexion indépendante. Naturellement, l'enseignant possédera une orientation définie, ou la cherchera, puisque le penseur sans boussole manque d'idées originales et cohérentes, tout comme de l'enthousiasme nécessaire pour poursuivre sa recherche et le transmettre aux autres. Il n'y a pas de philosophie vivante sans dialogue, et une certaine partialité n'est pas incompatible avec l'objectivité; dialoguer et théoriser contre quelqu'un, c'est théoriser tout court, même si dans l'exposé final n'apparaissent pas le dialogue ni la polémique.

L'examen des principales orientations philosophiques – y compris des orientations anti-scientifiques, ne serait-ce que pour les analyser scientifiquement –, fait partie de cet enseignement. L'enseignement ne sera cependant pas centré sur des écoles ni sur des auteurs, mais sur des problèmes épistémologiques; il est temps d'abandonner l'attitude scolaire et historique face aux problèmes épistémologiques, et d'aborder ceux-ci systématiquement comme l'ont fait ceux qui ont introduit des nouveautés. La tâche informative demeurera ainsi subordonnée à la démarche formative, ou mieux auto formative; les auteurs seront des étapes et non des chaînes. Le dialogue vivant est préférable à la récitation de textes, et la discussion ouverte à l'oracle définitif. On essaiera d'être fidèle à la devise d'un des fondateurs de la science moderne: *Provando e riprovando* 27.

Il s'agit, en somme, d'adopter une attitude scientifique devant les problèmes épistémologiques, visant à produire des fruits susceptibles de persuader les chercheurs d'aborder à leur tour philosophiquement la science, et les philosophes de ce que la philosophie rigoureuse et féconde n'est pas un genre littéraire, mais une science.

NOTES DE L'AUTEUR

1. G. Boccace, Vita di Dante, dans Il commento alla Divina Commedia e gli altri scritti intorno a Dante, Bari, Laterza, 1918, I, p. 37.
2. D. Hume, A Treatise of Human Nature, Londres, Everyman, 1911, I, p. 105.
3. Aristote, Analytiques postérieurs, livre II, Ch. XIX 110 b.
4. W. James, Pragmatism, New York, Meridian Books, 1935, p. 134.
5. P. W. Bridgman, Reflections of a Physicist, New York, Philosophical Library, 1955, p. 83.
- 6 C. Huygens, Traité de la Lumière, Paris, Gauthier-Villars, 1920, p. 5.
7. J. C. Maxwell, A Treatise of Electricity and Magnetism, 3e. édition, Oxford University Press, 1937, II, pp. 434 sq..
8. Voir par exemple S. F. Mason: A History of the Sciences, London, Routledge & Kegan Paul, 1953, p. 386.
9. D. Bohm: "A proposed Explanation of Quantum Theory in terms of Hidden Variables at a Sub Quantum Mechanical Level", dans Colston Papers, London, Butterworth's Scientific Publications, 1957, IX, p. 33.
10. Voir P. M. Morse et G. E. Kimball, Methods of Operations Research, éd. révisée, Cambridge, Massachussets, The Technology Press of Massachussets Institute of Technology, New York, John Wiley and Sons, 1951.
11. Pour l'élaboration de ce point, Cf. Bunge, Causality: the place of the causal principle in modern science, Cambridge, Massachussets, Harvard Univesity Press, 1959, Ch. 12.

NOTES DE L'ÉDITEUR

1. Bunge reprend ici la tradition grecque qui situe la spécificité humaine dans la raison et dans la capacité de connaître. Toutefois, il s'agit ici moins d'une connaissance dans un sens large que d'une connaissance spécifique: la connaissance scientifique, dont la définition constitue le vrai objet de ce livre, ces considérations de type anthropologique ne constituant qu'un point de départ.
2. Il y a tout au long de l'histoire de la philosophie de nombreuses classifications de la science. À la page 34 et suivantes Bunge se prononce sur certaines classifications traditionnelles et adopte quant à lui la classification: sciences factuelles-sciences formelles.
3. Bunge fait allusion ici à l'intuitionnisme, soutenu notamment par Bergson, Dilthey ou la phénoménologie.
4. Bunge reprend ici deux notions classiques de la philosophie, déjà présentes chez les penseurs du Moyen-Age, mais qui jouent un rôle fondamental dans le système de Descartes: les notions de clarté et celle de distinction.
5. Bunge utilise indistinctement méthode scientifique et méthode expérimentale.
6. exemple d'explication causale: la cellule photoélectrique est activée par un faisceau lumineux, parce que la lumière arrache des électrons aux atomes avec lesquels elle entre en collision.
7. exemple d'explication cinématique: nous avons mis cinq heures pour aller de Lyon à Paris, parce que la distance à parcourir est de 500 Km. et que nous roulions à une vitesse moyenne de 100 km/h.
8. exemple d'explication probabiliste: les enfants ressemblent aux parents parce que la probabilité d'hériter des traits de chacun est supérieure à 0.
9. exemple d'explication téléologique: "... les hommes des temps démocratiques ont besoin d'être libres afin de se procurer plus aisément les jouissances matérielles après lesquelles ils soupirent sans cesse". Tocqueville, La Démocratie en Amérique.
10. souligné par M. Bunge.

11. Bunge fait allusion ici à l'intuitionnisme, soutenu notamment par Bergson, Dilthey ou la phénoménologie.

12. Nous trouvons dans Claude Bernard une description détaillée de deux formes d'expérience: actives et passives.

Voir Cl. Bernard, Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, éditions Vigdor, 1976, où l'on pourra utiliser la fonction de recherche sur les mots expérience et expérimentation, afin d'élargir ce point.

13. L'adéquation des idées avec les faits est la définition classique de la vérité.

14. voir Chapitre III.

15. un même ensemble de faits peut être l'objet de différentes formulations théoriques.

16. Article paru dans M. Bunge, Metascientific Queries, Springfield, Charles Thomas, 1958, chapitre 4.

17. C'est-à-dire lorsqu'il soutient (implicitement ou explicitement) une position réaliste.

18. C'est-à-dire lorsqu'il soutient (implicitement ou explicitement) une position idéaliste.

19. C'est-à-dire lorsqu'il soutient (implicitement ou explicitement) une position opérationnaliste.

20. Un exemple de ces imbroglios est la croyance selon laquelle, puisque les énoncés de lois (c'est-à-dire les lois de type 2) sont provisoires et approximatifs, les lois de type 1 elles-mêmes sont temporaires et nébuleuses. Une autre conséquence de la confusion entre lois de type 1 et lois de type 2 est la croyance selon laquelle il n'y a pas de normes ou de régularités objectives: toutes les lois ne seraient que des constructions ou des inventions humaines.

21. Leçon inaugurale du cours de philosophie de la science à la Faculté de Philosophie et Lettres de l'Université de Buenos Aires, le 5 Avril 1957.

22. voir gnoséologie

23. Bunge fait allusion ici aux positions du néopositivisme.

24. Voir chapitre I, différence entre sciences formelles et factuelles.

25. Par exemple Aristote, Ptolémée, Galilée, Descartes, Leibniz, Newton, Darwin, Marx, Einstein, entre autres, qui furent aussi bien des chercheurs scientifiques que des penseurs.

26. “Il n’y a pas de grand homme pour son valet”, Hegel, La Raison dans l’Histoire.

27. Cette devise est de Galilée.

GLOSSAIRE

absolu: dans un sens général, ce qui ne comporte aucune restriction ni réserve. En philosophie, la notion d'absolu s'oppose à relatif, à dépendant, à conditionné. Il s'agit donc de ce qui est en soi, sans nul rapport avec toute autre chose.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

Académie: Platon fonda dans les jardins d'Académos, près d'Athènes, une institution qui fut la première à but purement pédagogique. Elle connût une influence extraordinaire en son temps. Sa devise devenu célèbre était: "que nul n'entre ici s'il n'est géomètre".

adaptation, sélection naturelle: il s'agit de deux notions clés de la théorie de l'évolution des espèces de Darwin. La variété des espèces possède pour celui-ci un tronc commun. Par ailleurs, dans la mesure où naissent plus d'individus qu'il ne peut en survivre, s'instaure une concurrence vitale. La lutte pour l'existence (*struggle for life*), dans le milieu organique où se développe la vie, engendre des altérations biologiques (adaptation), au cours desquelles survivent les plus aptes; ceux-ci transmettent à leurs descendants les modifications qui se sont avérées "victorieuses". L'évolution et la sélection naturelle se produisent ainsi.

Adaptation, sélection naturelle ne sont donc pas des réalités, immédiatement observables, mais indirectement vérifiables

algèbre des classes: on rencontre parfois en mathématiques des ensembles dont certains éléments, vérifiant mutuellement certaines relations, se "comportent" de manière analogue dans certains cas; on peut alors les rassembler en des ensembles virtuels, qui seront appelés "classes" ou "classes d'équivalence", et, au lieu d'effectuer certains calculs élément par élément dans l'ensemble d'origine, les effectuer "en bloc" classe par classe. Par exemple, certaines propriétés ou grandeurs attribuées à des triangles ne sont pas spécifiques d'un triangle donné, car elles restent vraies (ou égales) pour tous les triangles directement superposables à celui-ci. On est donc conduit, pour ces propriétés ou ces grandeurs, à

étudier non l'ensemble ("très grand") des triangles du plan, mais celui (plus réduit) des classes de triangles.

allégorie de la caverne: afin d'illustrer et d'expliciter la démarche de la connaissance, Platon utilise dans le livre VII de La République l'image que voici: les hommes sont comparables à des prisonniers enchaînés au fond d'une caverne, tournant le dos à la lumière; derrière eux, il y a un feu allumé dont ils sont séparés par une route escarpée; par cette route et derrière un mur, circulent d'autres hommes libres qui portent toutes sortes d'objets, (qu'ils laissent dépasser du mur) et dont les prisonniers n'aperçoivent donc que les ombres; mais les prisonniers, ne connaissant d'autres réalités que ces ombres, prennent celles-ci pour la réalité elle-même. Cette image illustre notre propre condition; la caverne est notre monde des perceptions que nous prenons pour des connaissances, alors que la vraie connaissance se trouve à l'extérieur, c'est-à-dire dans un monde intelligible; pour accéder à celui-ci les hommes doivent donc commencer par se libérer de leur chaînes, c'est-à-dire de leurs préjugés, et remonter une dure et laborieuse pente, afin de pouvoir percevoir les vrais objets éclairés par la lumière du jour et contempler finalement la source même de cette lumière, le soleil, c'est-à-dire l'idée du Bien, fondement de toutes choses et de leur connaissance.

anachronique: du grec ana, sans, et khronos, temps; qui est déplacé par rapport à son époque ou à un moment historique, qui est d'un autre âge; par exemple: faire figurer un téléphone dans une illustration du XVIIIe siècle est anachronique. Utiliser le cheval comme moyen de transport en milieu urbain serait à l'époque actuelle, anachronique.

analogie: dans son sens le plus général, il s'agit de la ressemblance d'une chose avec une autre. Plus précisément c'est la corrélation entre les termes de deux ou plusieurs systèmes, c'est-à-dire l'existence d'un rapport entre chaque terme d'un système et chaque terme de l'autre. En tant que raisonnement il s'agit d'une forme d'induction; on tire une conclusion valable pour un fait ou un phénomène en raison de sa ressemblance avec un autre. Il s'agit donc de conclusions qui n'ont une valeur scientifique qu'après avoir réussi l'épreuve des test empiriques.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

anthropologie comme science: l'intérêt pour l'altérité est très ancien; nous trouvons déjà des éléments de cette préoccupation dans les travaux d'Aristote et d'Hérodote, ainsi qu'au Moyen-Age dans les rapports des voyageurs. Les XVIe et XVIIe siècles multiplient les récits notamment en raison de la découverte de l'Amérique. Mais c'est au XIXe siècle que des chaires spécialisées sont créées et que des sociétés savantes s'organisent. Deux facteurs interviennent dans la création de l'anthropologie comme science: l'évolutionnisme et le progrès des sciences de la nature. Linné et Buffon partagent avec Darwin l'idée que l'homme n'est qu'une partie du système de la nature; connaître les hommes n'est donc pas percer les mystères de la Création, mais approfondir leur passé et la variété de leurs cultures. On peut citer les noms de Tylor, Morgan, Boas, Mauss.

anthropologie scientifique et anthropologie philosophique: La première étudie l'homme en tant qu'entité biologique, relativement aux autres êtres animés, et, en dernière instance, relativement à la nature. Il s'agit donc d'un chapitre de la biologie, mais qui nécessite le concours d'autres sciences, notamment la psychologie et la sociologie. L'anthropologie philosophique limite et étend à la fois son étude à la question de l'essence de l'homme, de sa différence spécifique ou qualitative, de sa place dans le monde. Martin Buber se situe dans cette ligne de pensée. On peut reconnaître une troisième forme d'anthropologie, l'anthropologie culturelle, qui s'intéresse tout particulièrement à la compréhension des cultures autres que la culture occidentale, par exemple à travers les recherches de Lévy-Bruhl, de Margareth Mead, de Lévi-Strauss, sur les sociétés dites primitives.

Pour élargir: J. Poirier, Histoire de l'Ethnologie, PUF, 1969; B. Groethuysen, Anthropologie philosophique, Gallimard, 1953.

apriorisme: attitude fondée sur des idées a priori, indépendamment de l'expérience; par extension, se dit d'un raisonnement ne tenant pas compte de la situation réelle et/ou des divers facteurs qui y interviennent; dans ce cas, l'expression devient synonyme de superficiel ou de non-critique.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

argument d'autorité: il s'agit d'une forme d'argumentation qui fait appel à des propos ayant été soutenus, en général, par des personnes dont la

compétence est reconnue, pour attirer l'adhésion d'un public à une conclusion particulière. Ce type d'argumentation n'est pas nécessairement fallacieux; lorsque par exemple on en appelle au témoignage d'Einstein en matière de physique, ce témoignage est extrêmement important et tend éventuellement à valider une réponse ou une hypothèse. On tombe par contre dans un raisonnement fallacieux, lorsqu'au lieu de la référence à Einstein, c'est l'expérimentation qui s'impose. En logique on connaît ce raisonnement fallacieux sous le nom d' *argumentum ad verecundiam*.

ars inveniendi: nous trouvons à différents moments de l'histoire de la pensée l'idée que la recherche et la découverte scientifique peuvent être codifiées et que l'on peut réduire à des recettes l'art d'inventer. Cette idée apparaît pour la première fois dans la philosophie stoïcienne; celle-ci distingue l'art de juger et l'art d'inventer, division reprise par Ramus pendant la Renaissance. Le développement de l'algèbre semble avoir éveillé le rêve d'un art de la découverte s'en inspirant. Nous trouvons cette préoccupation dans les travaux de Raymond Lulle.

Voir aussi: méthode normative et méthode descriptive.

Pour élargir: Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, PUF, 1993.; *Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques*, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

atome: du grec *atomos*, indivisible. Dans l'Antiquité grecque, cette notion est proposée par Démocrite pour désigner les particules les plus infimes auxquelles on puisse arriver par décomposition de la matière. Dans la physique moderne, l'atome est un système constitué d'un noyau, composé de protons et de neutrons, autour duquel se meuvent les électrons. Un atome n'est donc plus un indivisible. Le progrès continu de la physique a éliminé de la conception des atomes toute image ou représentation concrète; il n'est plus qu'un système d'équations, c'est-à-dire une construction de l'esprit, une théorie scientifique qu'on admet parce que les conséquences qui en découlent sont vérifiées par l'expérience.

Pour élargir: *Encyclopédie internationale des sciences et des techniques*, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

axiomatique: en épistémologie il s'agit d'un système formel, vidé de tout contenu empirique.

axiome (souvent synonyme de postulat): l'une des significations du mot axiome est dignité, valeur ou prix. Par dérivation, axiome signifie "ce qui est digne d'être pris en compte". C'est dans ce sens qu'il est utilisé par Aristote; pour celui-ci, il s'agit de principes évidents qui constituent le fondement de toute science. Il s'agit également de principes irréductibles, auxquels se réduisent toutes les autres propositions et sur lesquels celles-ci reposent nécessairement. Les mathématiques et la logique modernes introduisent un changement fondamental: l'abolition de l'exigence d'évidence des axiomes. Il s'agit désormais d'énoncés primitifs dont la validité est présupposée ou convenue.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

biophysique: branche de la biologie destinée à l'étude des phénomènes de transformation d'énergie dans les êtres vivants. Les utilisations de cette science sont susceptibles d'être appliquées, par exemple, dans les domaines de la médecine et de l'agronomie.

calcul des probabilités: partie des mathématiques qui s'occupe de calculer les probabilités des événements, en les décomposant en événement élémentaires et en utilisant des principes comme celui des probabilités composées pour étudier des successions d'événement ou celui de probabilités conditionnelles lorsque la réalisation d'un événement est subordonnée à celle d'un autre qui lui est préalable et nécessaire.

Pour élargir: P. Deheuvels, La probabilité, le hasard, la certitude, PUF, 1982; Albert Jacquard, Les probabilités, PUF, 1974.

calcul infinitésimal: branche des mathématiques constituée par le calcul différentiel (fondé sur l'étude des infiniment petits et des limites) et le calcul intégral (qui cherche à calculer des grandeurs que l'on peut rapprocher de la notion d'aire). Le calcul différentiel permet, par exemple, grâce à l'étude des dérivées, de définir la notion de vitesse instantanée (ou vitesse à un moment donné). Le calcul intégral permet, outre les calculs d'aires et de volumes, de donner un sens à des notions comme le travail d'une force lors du déplacement de son point d'appui, ou des moments d'inertie nécessaires pour étudier l'équilibre d'un solide.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

calcul propositionnel: une proposition est un énoncé déclaratif, par exemple “il pleut”. Le calcul des propositions étudie la validité de propositions complexes en fonction de la vérité ou de la fausseté des propositions élémentaires qui la composent, et sans se soucier de leur contenu. Afin de procéder à ce calcul, il faut (au moins):

- des signes (pour faire totalement abstraction du contenu des propositions, le moyen le plus approprié est de les remplacer par des signes).
- des connecteurs, qui sont des signes désignant les divers rapports possibles entre les propositions.

Soient, par exemple, les propositions Il pleut et Il fait froid. Elles peuvent se combiner de multiples façons: Il pleut et il fait froid, Il pleut ou il fait froid, Il pleut alors il fait froid, etc.

Le calcul des propositions remplace “Il pleut” par p et “Il fait froid” par q. Ensuite les liens sont remplacés par des connecteurs “et” par “.”, “ou” par “?” , et “alors” par “?” . Ainsi “Il pleut et il fait froid” sera transcrit sous la forme p.q.

On peut ensuite établir la table suivante ou table de vérité, où les deux colonnes à gauche indiquent les quatre combinaisons possibles des valeurs de vérité (vrai ou faux) de p et de q, et la colonne de droite les valeurs de vérité correspondant, ligne par ligne, à la colonne de gauche:

p	q	p.q
V	V	V
F	V	F
V	F	F
F	F	F

Ceci constitue l'exemple le plus élémentaire du calcul des propositions.

Pour élargir: R. Blanché, Introduction à la logique contemporaine, Armand Colin, 1968, Chapitre II.

caractère ouvert ou texture ouverte des notions ou concepts: Il s'agit de l'idée de Waismann selon laquelle les termes utilisés pour désigner un

ensembles de données empiriques manquent d'un contour défini, raison pour laquelle la vérification est impossible.

causalité: Le problème de la causalité est une préoccupation constante au long de l'histoire de la philosophie. Ce problème est déjà traité de manière systématique par Aristote; celui-ci reconnaît plusieurs formes de causalité: la cause matérielle (par exemple, dans une sculpture, la matière dont elle est faite), la cause formelle (dans notre exemple le modèle, ou l'idée que le sculpteur veut imprimer à la matière), la cause motrice (par exemple, la main qui réalise la sculpture) et la cause finale (c'est-à-dire le but auquel les choses tendent). Ce qui caractérise cette théorie est la prédominance de la cause finale sur les autres. Le finalisme caractérise également la philosophie scolastique médiévale. Le problème de la causalité revêt une importance particulière dans la modernité où s'affrontent deux tendances: rationaliste et empiriste; la première est représentée par des philosophes comme Descartes, Leibniz, Spinoza. On peut résumer cette position dans le principe selon lequel rien ne se produit sans une raison, en sorte que la cause d'un fait ou d'un phénomène est en même temps sa raison. L'empirisme, représenté essentiellement par Hume, procède quant à lui à une dissolution de la notion de causalité, en affirmant que celle-ci n'est qu'une extension abusive de certaines régularités que nous percevons dans la nature, et nullement un lien ontologique entre les phénomènes. Kant essaiera de concilier dans son système rationalisme et empirisme: la causalité n'est pas pour celui-ci une propriété des fait ni une pure création de l'esprit, mais une catégorie de l'entendement, c'est-à-dire, un élément transcendantal, autrement dit un composant de la structure de notre entendement lorsque nous abordons la connaissance de la réalité.

La causalité ou la recherche de liens causales est le fondement de la mécanique classique; cette position s'est modifiée dans les développements ultérieurs de la physique, notamment la physique quantique.

Bunge mène une analyse détaillée de la causalité dans *Causality; the Place of the Causal Principle in Modern Science*, 1959.

Pour élargir: Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, PUF, 1993.; *Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques*, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

champ: notion mathématique établie pour comprendre des faits comme l'attraction magnétique qui s'exerce à distance et, par exemple, fait dévier l'aiguille de la boussole ou l'attraction terrestre, qui attire les corps pesants vers le centre de la Terre; un champ est une grandeur physique définie en tout point d'une région de l'espace et il se manifeste lorsqu'un objet qui lui est sensible est placé en l'un des points de cette région.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

chaos: on a l'habitude de parler de chaos, ou plutôt de chaos déterministe, dans le cas de phénomènes révélant une dépendance dite "sensible" par rapport aux conditions initiales; c'est-à-dire des phénomènes pour lesquels des conditions initiales extrêmement voisines, mais cependant distinctes, peuvent causer à la longue des effets extrêmement distants. La notion a été proposée par le mathématicien Edward N. Lorenz, qui travaillait dans les années cinquante au MIT; il a décrit cette imprédictibilité dans le domaine de la prévision du temps dans un article intitulé "Le battement des ailes d'un papillon au Brésil peut-il causer une tornade au Texas?", in *The essence of chaos*, 1993.

clarté et distinction: La première des règles de la méthode est, pour Descartes de ne rien admettre pour vrai, qui ne se présente à l'esprit avec les caractères de la clarté et de la distinction. La connaissance claire est celle "qui est présente et manifeste à un esprit attentif" (*Principes de Philosophie*). La notion de clarté s'oppose à celle d'obscurité. La connaissance distincte est définie comme celle "qui est tellement précise et différente de toutes les autres qu'elle ne comprend en soi que ce qui paraît manifeste à celui qui la considère comme il faut" (*Principes de Philosophie*). Distinct s'oppose à confus. La connaissance peut être claire sans être distincte, mais elle ne peut pas être distincte sans être à la fois claire.

Pour élargir: Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, PUF, 1993.; *Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques*, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

classe sociale: les classes sociales sont pour Bunge moins des réalités concrètes que des notions sociologiques auxquelles on aboutit par des critères intellectuels: modes de vie, intérêts, culture, modes de production; ces différents critères pouvant éventuellement regrouper les

individus de manière différente et aboutir à différentes hiérarchisations de la réalité sociale.

classification des énoncés en analytiques et synthétiques: Parmi les nombreux critères possibles pour la classification des énoncés figure celui de l'inclusion ou non du prédicat dans le sujet. D'après ce critère, les énoncés peuvent se diviser en analytiques et synthétiques; cette division est due notamment à Kant:

A) Un énoncé analytique est un énoncé dans lequel le prédicat est contenu dans le sujet, ou plus précisément un énoncé dans lequel le rapport entre le sujet et le prédicat est un rapport d'identité. Ceci peut être exprimé encore en disant que le prédicat n'ajoute rien au sujet, mais simplement le décompose ou l'explicite. Des exemples de ce type d'énoncé sont: "les corps sont étendus" (dans la mesure où la notion d'étendu est impliquée dans celle de corps) ou "le triangle a trois angles". Ces énoncés sont des énoncés a priori, autrement dit indépendants de l'expérience. On dit aussi que ce sont des énoncés tautologiques ou des tautologies.

B) Un énoncé synthétique est un énoncé dans lequel le prédicat introduit une information qui n'est pas contenue dans le sujet, comme lorsqu'on affirme: "la chaleur dilate les corps"; on aurait beau analyser le concept de "chaleur", on ne trouverait pas chez lui celui de "dilater les corps". La validité de ces énoncés réside donc dans l'expérience sensible; seule la perception (directe ou indirecte) du fait qu'ils annoncent peut les valider ou les invalider.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

classifications de la science: Il y a tout au long de l'histoire de la philosophie de nombreuses classifications de la science. À la page 34 et ss. Bunge se prononce sur certaines classifications traditionnelles et adopte quant à lui la division sciences formelles-sciences factuelles.

compréhension: déjà présente dans les philosophes romantiques, c'est Dilthey qui élabore une conception systématique de cette notion. Selon ce philosophe la compréhension est l'acte par lequel nous appréhendons le psychique à travers ses manifestations. Il s'agit du mode de connaissance qui convient au psychique aussi bien qu'au culturel. Ce qui caractérise la compréhension est sa capacité à saisir une signification à l'intérieur d'une

réalité plus large et à procurer ainsi une forme de connaissance dont l'explication, c'est-à-dire la connaissance des causes, n'est pas capable.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

concept: idée abstraite et générale, résultat de l'opération par laquelle l'esprit isole, parmi certaines réalités données dans l'expérience, un ensemble de caractères communs, généralement formulables par un mot; par exemple, "animal" est un concept tiré de l'observation des caractéristiques communes à l'ensemble des individus des diverses espèces particulières.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

conception du monde: en philosophie, on appelle conception du monde ou cosmovision, une philosophie, plus tacite qu'explicite, variant avec les individus, les peuples et les différents moments historiques, selon laquelle la réalité toute entière acquiert une représentation particulière. La conception du monde de l'homme moderne (laïque) est, par exemple, profondément différente de celle de l'homme médiéval (imprégnée de religiosité); la conception du monde (rationnaliste) de l'homme occidental est très différente de celle (magique) des peuples dits primitifs.

Une conception du monde est aussi une idée générale implicite qui se dégage d'une philosophie: il y a par exemple une cosmovision propre au marxisme ou à l'existentialisme.

Plusieurs philosophes se sont intéressés à ce problème, ainsi qu'à celui de la classification et de la typologie des conceptions du monde: Dilthey, Scheler, Spranger, Jaspers, etc.

L'image du monde propre à la science ne coïncide pas toujours avec la conception du monde propre à la vie spirituelle ou psychologique des hommes.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

conception du monde propre à la science: il s'agit d'une sorte d'idée générale, se dégageant des découvertes scientifiques, de l'organisation de

la réalité matérielle. On parvient à une telle image du monde par une généralisation des données partielles de la science.

conjecture: du latin *conjectare*: projeter avec; idée ou approche destinée à appréhender un problème, et dont la vérification, si elle est possible, reste à faire. Notion souvent utilisée comme synonyme d'hypothèse.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

connaissance révélée: La connaissance révélée est celle qui est dévoilée aux hommes par la divinité qui la détient et qui "illumine" leur intelligence. Elle relève donc de la religion ou de la théologie. Dans la religion judéo-chrétienne, par exemple, Dieu lui-même s'est manifesté aux hommes pour leur transmettre certaines vérités.

connecteur: est le nom que reçoivent en logique certaines conjonctions qui gouvernent les formules logiques. Voir ce point plus en détail, dans "calcul des propositions".

conscience: dans un sens général la conscience est la perception plus ou moins claire que l'esprit a de lui-même; certains philosophes parlent d'aperception et établissent la différence entre les perceptions dont nous sommes conscients et celles qui sont inconscientes. La notion de conscience occupe une place importante dans l'histoire de la gnoséologie: la connaissance est, en même temps qu'une découverte, une prise de conscience. Ce mot a également une acception psychologique.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

conscience comme notion psychologique: nous avons distingué entre une acception psychologique et une autre gnoséologique de la conscience. En psychologie, cette notion préoccupe notamment la psychanalyse. La conscience est pour la psychanalyse plus un concept ou une hypothèse de travail, permettant l'application d'une thérapie, qu'une réalité que l'on puisse observer; l'efficacité de cette thérapie représente toutefois, dans une certaine mesure, une vérification des idées de Freud sur la conscience (c'est-à-dire la conscience en tant que faculté déterminée par des facteurs inconscients dont le sujet ne conserve pas le souvenir).

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

consistance: un système est consistant s'il est non contradictoire.

contexte de découverte et contexte de justification: Il convient en effet de distinguer dans l'activité de la science un contexte de découverte et un contexte de justification; le premier concerne la genèse d'une théorie, et le second la structure logique d'une théorie achevée. Le premier contient tous les éléments heuristiques qui concourent à l'élaboration d'une théorie. Le deuxième est purement logique; il se réfère aux méthodes ou aux critères qu'une théorie se donne pour pouvoir affirmer sa validité.

contingence, contingent: ce qui est conçu comme pouvant être ou ne pas être, ou être autre qu'il n'est, par opposition à ce qui n'aurait pas pu être autrement, c'est-à-dire à ce qui est nécessaire.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

convention: accord tacite ou explicite entre deux ou plusieurs parties (individus, groupes, États), en vertu d'un intérêt commun, pour unifier les critères et faciliter la communication servant à une pratique déterminée (mesurer, parler, se gouverner, etc.), et dont le choix est en même temps nécessaire (pour unifier les critères) et arbitraire, parce qu'il y a toujours d'autres choix possibles. Toute convention est en effet arbitraire dans le sens où elle est échangeable ou interchangeable, non parce qu'elle serait le fruit d'un choix capricieux. Si son caractère arbitraire indique qu'elle est échangeable (à condition que celle qui la remplace soit capable de remplir les mêmes fonctions), il indique aussi qu'elle ne relève pas de la nature ou de la réalité, mais d'une élaboration par l'homme. Le système métrique décimal, le langage, la Constitution sont des exemples de conventions.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

corpus: ensemble d'œuvres relatives à un domaine particulier du savoir et regroupées en vue de la conservation de ce savoir.

correspondance biunivoque: c'est une relation entre les éléments de deux ensembles telle qu'un élément du premier ensemble correspond à un et un seul élément du second, et réciproquement; par exemple, la correspondance entre l'ensemble des citoyens français et l'ensemble des numéros de carte d'identité est biunivoque; on dit aussi bijective.

courbes empiriques: il est question de courbes qui, au lieu d'être décrites à partir d'une formule comme, par exemple, un cercle ou une droite, seraient constituées à partir d'un choix a priori de points dans le plan; on conçoit aisément que si ce choix est aléatoire il paraisse peu vraisemblable qu'une formule permette de décrire tout cet ensemble de points. Les développements récents des mathématiques dans la direction des fractales et du chaos peuvent permettre de rencontrer de nombreux ensembles susceptibles d'illustrer cette idée.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

critère ou critérium de la vérité: il convient de distinguer entre le concept ou la définition de la notion de vérité et le critère d'après lequel nous évaluons les propositions. Par exemple le critère de vérité des propositions formelles (la cohérence) est différent du critère de vérité requis par les sciences factuelles (la vérification empirique). L'évidence et l'efficacité sont d'autres exemples de critères de vérité.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

cybernétique: du grec kubernètikè, art de la timonerie, terme introduit par Ampère pour désigner, par extension, toute manière de diriger, conduire et gouverner. La cybernétique devient une science avec Norbert Wiener; elle s'occupe de thèmes très divers, parmi lesquels les systèmes de contrôle, notamment d'autocontrôle ou d'autorégulation, aussi bien dans les organismes que dans les machines, en particulier sur la base du concept de "rétroaction" (feed back). La cybernétique s'intéresse tout particulièrement aux techniques de transformation par lesquelles les informations peuvent être conservées et rappelées à volonté, favorisant le développement de machines "intelligentes".

Pour élargir: L. Couffignal, La cybernétique, PUF, 1963.

déduction: raisonnement ou inférence qui consiste à tirer d'une ou plusieurs propositions données une autre proposition qui en est la conséquence nécessaire. Une telle inférence n'est qu'un passage de l'implicite à l'explicite.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

définitions nominales: il s'agit de définitions qui ne portent pas nécessairement sur la nature de ce qu'elles tentent de définir, mais sur des précisions nécessaires à l'utilisation d'une notion. Descartes emploie par exemple la définition nominale (ou *quid nominis*) quand il veut s'adresser au sens commun ou éclaircir quelques points de sa méthode par une série de définitions. Ainsi dans l' *Abrégé géométrique des deuxièmes réponses*, il commence par une suite de définitions nominales: "Par le nom de pensée je comprends...", "Par le nom d' idée je comprends...", "Par réalité objective d'une idée j'entends..." etc.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

degré de confirmation: nous pouvons situer l'origine du problème du degré de confirmation des théories dans la philosophie de Hume. La science, se fondant sur des procédés inductifs pour la confirmation de ses hypothèses, n'annonce pas des certitudes mais des probabilités. À partir du XVIIIe siècle, la recherche sur les probabilités atteint un niveau important avec les travaux de Bernoulli et Laplace; ceux-ci s'intéressent à la probabilité en tant que degré d'admissibilité d'une hypothèse, sur la base des données empiriques. À côté de ces recherches, il se développe par la suite une autre conception de la probabilité: celle de la probabilité statistique, soutenue par Von Mises et Reichenbach, et construite sur la notion de fréquence. La différence essentielle entre la conception ancienne et la conception moderne est que cette dernière se fonde sur des phénomènes objectifs, alors que la probabilité inductive se réfère à des prédictions sur les phénomènes. Cette différence est examinée par Carnap. Celui-ci élimine la probabilité comme fréquence relative, pour se fixer sur l'étude de la probabilité comme degré de confirmation. Popper critiquera à son tour la réponse de Reichenbach, et cette critique semble avoir été décisive, dans la mesure où il n'y a pas eu par la suite d'autres tentatives

pour interpréter les lois en termes de fréquences d'événements; mais Popper met également en évidence les insuffisances de la réponse de Carnap. Chaque théorie a, pour ce dernier, un degré de probabilité différent en fonction des évidences observationnelles qui la fondent. Popper manifeste à l'égard de ce point de vue une violente opposition. Il signale, par exemple le paradoxe qui résulte de cette conception probabiliste de la science, selon laquelle les lois universelles auraient une probabilité tendant vers zéro, en vertu de l'infinité temporelle de l'univers.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

démontrer, démonstration: procédé de preuve ou de vérification; dans certains cas elle peut s'effectuer par des moyens empiriques, elle est alors synonyme de vérification empirique; mais dans son sens originel, il s'agit de la démarche qui procède par des enchaînements de raisonnements afin de rendre évidente une théorie ou une affirmation. La démonstration est pour Descartes le fondement des mathématiques. En mathématiques, il s'agit d'un raisonnement constructif qui procède par substitutions de grandeurs égales ou de propositions équivalentes.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

densité: en chimie, rapport entre la masse d'un certain volume d'un corps et la masse du même volume d'un corps de référence dans le même état physique (en général l'air ou l'eau).

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

dérivée: en mathématiques, on appelle dérivée d'une fonction F en un point, la limite, si elle existe, du taux d'accroissement $(F(a+h)-F(a))/h$ de cette fonction, lorsque l'accroissement h tend vers 0. La dérivée de F en a est notée $F'(a)$ et représente le coefficient directeur de la tangente en ce point au graphe de la fonction. Si la fonction F représente la position d'un mobile en fonction du temps, la dérivée $F'(t_0)$ représente sa vitesse instantanée à l'instant t_0 .

déterminisme: le déterminisme est la doctrine d'après laquelle tous les événements sont soumis à des lois naturelles c'est-à-dire à des causes. Cette position peut être plus ou moins nuancée. Le déterminisme extrême est représenté par Laplace, par exemple. Pour celui-ci, si la théorie déterministe ne peut être prouvée, ce n'est qu'en raison de la finitude de l'intelligence humaine, mais pour une intelligence omni-compréhensive, rien ne demeurerait inexpliqué et elle embrasserait d'un seul regard le passé aussi bien que l'avenir. Pour Kant, le déterminisme relève du monde des phénomènes, mais il est étranger aux aspects de la réalité qui relèvent de la liberté, c'est à dire ceux qui concernent les actions humaines. L'anti-déterminisme est représenté entre autres par Hume, qui affirme que les régularités que nous percevons dans la nature n'autorisent nullement à inférer un déterminisme.

Le déterminisme a été l'épistémologie tacite ou explicite de la mécanique classique, épistémologie qui n'est plus à la base des recherches plus récentes de la physique, notamment de la physique quantique.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

dialectique: ce terme a une grande importance dans l'histoire de la philosophie. À l'origine il signifie seulement l'art de dialoguer, mais il prend par la suite une signification de connaissance, notamment chez Platon, chez qui ce terme désigne la méthode que suit la pensée, soit pour aller du concret au principe suprême, l'idée du Bien (dialectique ascendante), soit pour aller du principe suprême aux choses (dialectique descendante). Pour Aristote cette notion prend un sens négatif, comme le raisonnement élaboré à partir de notions simplement probables, c'est-à-dire des propositions approuvées par celui avec lequel on discute. La connotation que cette notion prend chez Kant est aussi négative; chez lui, sont "dialectiques" les raisonnements illusoire fondés sur une apparence. Cette notion acquiert un sens philosophique nouveau avec Hegel, pour qui la dialectique est la loi même de la pensée en même temps que la loi du réel: celle-ci, progressant par négations progressives -thèses et antithèses -, se résout dans des synthèses, qui deviennent à leur tour des thèses auxquelles s'opposent des antithèses, et ainsi de suite. Ce travail du négatif anime pour Hegel aussi bien l'histoire de la nature que celle des hommes. Affirmant que ce n'est pas l'esprit qui détermine la matière, mais l'inverse, Marx proclame la nécessité d'inverser le sens de la

dialectique hégélienne qui s'applique dès lors à l'étude de la société, et plus particulièrement aux phénomènes économiques.

Pour élargir: Paul Foulquié, *La Dialectique*, PUF 1949.

discontinu: en mathématiques une grandeur discontinue ou discrète est celle qui varie par sauts d'une valeur à une autre, par opposition à une grandeur continue, qui varie par différences infiniment petites en plus ou en moins.

Pour élargir: *Encyclopédie internationale des sciences et des techniques*, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

dogmatique: dans un sens général, cette notion désigne l'attitude caractérisée par l'absence d'exercice de la faculté critique, soit dans les affirmations que l'on formule, soit dans l'acceptation aveugle de propos ou de théories.

Pour élargir: Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, PUF, 1993.; *Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques*, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

donnée: ce qui se manifeste à la perception, avant toute interprétation philosophique ou élaboration scientifique, et qui en constitue le point de départ.

Pour élargir: Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, PUF, 1993.; *Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques*, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

dualisme: système qui réduit la réalité à deux principes irréductibles entre eux; des exemples classiques sont le dualisme aristotélicien de la matière et la forme ou le dualisme cartésien de l'âme et du corps. Cette notion s'oppose à celle de monisme désignant toute position qui rend compte de la réalité par un principe unique. Un exemple classique de monisme est constitué par la philosophie de Spinoza qui réduit l'ensemble de la réalité à une seule et unique substance.

économie comme science: c'est au début de l'époque moderne et comme conséquence d'événements tels que la découverte de l'Amérique et la Renaissance, que l'on peut situer le début de la science économique, dans la mesure où apparaissent des théories concernant la richesse, considérée comme sujet autonome. Dans cette ligne se situent notamment les mercantilistes et les physiocrates. Mais c'est au XVIII^e siècle et à la suite

de la révolution industrielle qu' apparaît l'économie comme science systématique, c'est-à-dire comme un savoir dont l'ambition est de formuler des propositions de validité générale connectées entre elles dans des ensembles cohérents. Particulièrement importants sont les travaux de Adam Smith, et Stuart Mill.

Pour élargir: J. Wolff, Histoire de la pensée économique, de l'origine à nos jours, 1991.

empirique: du grec *empeirikos*: qui se dirige d'après l'expérience, ou qui a sa source dans l'expérience. Ce mot peut avoir un sens positif lorsqu'il signifie primat des résultats de l'expérimentation sur la théorie préconçue. Pris au sens péjoratif, il décrit un savoir qui est une simple pratique sans théorie: la notion de médecine empirique, par exemple, renvoie à l'état obscurantiste dans lequel se trouvait la médecine, lorsque elle n'était pas encore devenue scientifique. Voir Claude Bernard, Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, éditions Vigdor, où il peut être utile d'appliquer la fonction de recherche au mot "médecine".

Ici empirique est utilisé dans son sens positif en tant que savoir soumis à l'épreuve de l'expérience.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

empirisme: il s'agit de la conception philosophique selon laquelle la source de nos connaissances réside moins dans la raison que dans l'expérience. Toute connaissance se réduit à des données d'expérience et elle se forme par l'addition de celles-ci. L'empirisme explique la connaissance par une théorie particulière de la formation des idées ou théorie des idées: il s'agit de la conception selon laquelle la conscience qui connaît ne possède, en principe, aucun contenu propre ou autonome, mais tire ce contenu des représentations qui relèvent de l'expérience. C'est sur la base de représentations concrètes de la réalité que la pensée forme, graduellement, des représentations générales et des concepts. Nous trouvons déjà dans l'Antiquité des idées allant dans ce sens, notamment chez les sophistes, mais le développement systématique de cette philosophie est l'œuvre de la modernité et elle est inaugurée par John Locke. Celui-ci combat fermement l'idée qu'il puisse y avoir dans l'esprit des idées innées. L'âme est un "papier blanc" qui se couvre peu à peu de traits d'écriture, qui sont ceux des données apportées par l'expérience.

Locke distingue toutefois une expérience externe (sensations) et une expérience interne (réflexion). Les contenus de l'expérience sont des idées ou des représentations, soit simples, soit complexes, composées d'idées simples. Les qualités sensibles, primaires et secondaires, appartiennent à ces idées simples. Une idée complexe, comme par exemple celle de chose ou de substance, est le résultat de l'addition des propriétés sensibles des choses. Mais lorsqu'il s'agit de préciser la façon dont les idées s' "inscrivent", s' "enregistrent" ou se "reflètent" dans notre esprit, aucun empirisme ne se résoudra à admettre la passivité absolue de celui-ci; en fait, pour un empirisme outrancier, niant tout innéisme, il y a ici un paradoxe d'où il est impossible de sortir; une certaine dose d'innéisme semble inévitable. En ce qui concerne les mathématiques, l'empirisme est obligé également de reconnaître qu'elles constituent une connaissance indépendante de l'expérience et dont le fondement est indépendant des données sensorielles.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

encyclopédisme scientifique: l'exemple le plus récent de cet entreprise manquée est l' Encyclopédie de la science unifiée, projetée par des philosophes comme Otto Neurath et Rudolph Carnap.

énergie: pouvoir que possède un corps, ou un système de corps, de produire du travail mécanique (qui résulte de la multiplication d'une force par son déplacement). L'énergie totale d'un corps est constituée par son énergie actuelle, c'est-à-dire en activité, et son énergie potentielle, c'est-à-dire en repos.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

énoncés particuliers ou énoncés individuels: énoncés de la forme Quelques S sont P, S est P. S'opposent aux énoncés universels.

énoncés universels ou énoncés généraux: énoncés de la forme Tout S est P, Aucun S n'est P. S'opposent aux énoncés particuliers.

entité: Lalande définit ce terme comme désignant soit un objet concret qui n'a pas d'unité ou d'identité matérielles (tels une vague, un courant d'air),

soit comme désignant un objet de pensée que l'on peut concevoir mais qui est dépourvu de toute détermination particulière.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

épiphénomène: phénomène secondaire qui accompagne un phénomène donné sans intervenir sur lui. On peut, par exemple, interpréter la douleur comme un épiphénomène d'un dysfonctionnement biologique.

épistémologie: se consacre, quant à elle, à l'éclaircissement de la conceptualisation scientifique, et explore les exigences syntaxiques et sémantiques des théories. Nous pouvons citer dans cette ligne les noms de Bunge et de Popper.

équations de champ: il est question des formules mathématiques qui permettent de définir les propriétés du champ considéré.

essence: ce qui fait qu'une chose est ce qu'elle est, et qui constitue sa nature, par opposition à ses modifications superficielles ou temporaires (accidents)

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

essentialisme: appliqué à la connaissance, ce qui vise à l'intelligence de l'essence d'une chose, c'est-à-dire de sa nature profonde, qui est la même dans les différentes configurations particulières. Dans certains cas, cette notion peut prendre un sens péjoratif, par exemple lorsqu'un philosophe recherche la définition ou l'essence de "l'art" ou de "la science", sans souci des particularités ou des différences, qui pourraient même faire qu'une telle définition générale soit impossible; une telle démarche est essentialiste dans le mauvais sens du terme.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

esthétique: en tant que substantif, ce terme désigne la discipline philosophique ou la théorie de l'art et de la beauté, ainsi nommée par Alexandre Baumgarten, et dont le but est d'élucider l'essence du beau et de la création artistique. En tant qu'adjectif, ce terme s'applique à tout ce

qui concerne l'art et la beauté, telle qu'on peut la déceler dans une création humaine ou dans la nature.

Pour élargir: E. Souriau, *Clefs pour l'esthétique*, Seghers, 1970; D. Huisman, *L'esthétique*, PUF, 1954.

éthique: en tant qu'adjectif, ce terme désigne ce qui se rapporte aux valeurs morales. En tant que substantif, il désigne la discipline philosophique qui a pour objet l'étude du comportement humain à la lumière des catégories du bien et du mal.

Pour élargir: Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, PUF, 1993.; *Encyclopédie philosophique universelle*, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

évidence comme critère de vérité chez Descartes: Pour Descartes, en effet, toute connaissance doit se présenter à l'esprit avec le caractère de l'évidence. Les idées qui possèdent cette particularité sont les natures simples et leur connaissance s'atteint par un acte direct de l'esprit. D'où la nécessité de décomposer toute question en éléments ultimes et évidents. Toute vérité complexe se compose, en conséquence, d'évidences primaires, simples, irréductibles.

expérience: il convient de distinguer deux sens principaux du mot expérience: a) en épistémologie, l'expérience représente un mode d'appréhension immédiate de la réalité, par les sens ou par l'intuition, distinct du raisonnement qui est médiat. Pour les empiristes, il s'agit du facteur déterminant de la connaissance, dans la mesure où l'expérience est non seulement la source de toute connaissance, mais le critère auquel doit répondre toute connaissance qui se veut scientifique. b) Expérience s'utilise aussi comme synonyme d'expérimentation.

Pour élargir: Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, PUF, 1993.; *Encyclopédie philosophique universelle*, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

expérimentation: manipulation des faits ou des phénomènes, en vue d'une observation pouvant servir soit pour vérifier une hypothèse, soit pour découvrir le mécanisme caché d'un phénomène.

explication: l'étude de l'explication scientifique est étroitement liée dans ce livre à celle de la notion de loi, à laquelle Bunge consacre le chapitre III. Voir aussi page 61.

expressions douées de signification: avant de constituer un problème d'épistémologie, la signification des expressions ou des propositions constitue un problème pour la logique, telle que celle-ci se développe à partir de Frege et en passant par Russell et Wittgenstein, préoccupés du problème de l'ambiguïté du langage. Reprenant ces préoccupations dans le contexte du langage de la science, le néopositivisme établit une classification tripartite des propositions en vraies, fausses ou dénuées de sens. Les seules propositions admissibles ou ayant une signification sont les propositions analytiques et les propositions empiriques. Le critère de validité des énoncés analytiques réside dans leur forme logique: les tautologies sont toujours vraies et les contradictions sont toujours fausses. La valeur de vérité d'un énoncé empirique réside dans sa capacité à être vérifié par l'expérience. D'un énoncé qui n'est ni analytique ni réductible d'une façon ou d'une autre à des données d'expérience, on dit qu'il est dénué ou dépourvu de sens ou de signification. Dans cette catégorie se classent, pour les néopositivistes, la plupart des énoncés de la métaphysique.

Pour élargir: P. Jacob, *L'empirisme logique*, Éditions de Minuit, 1890; L. Vax, *L'empirisme logique*, PUF, 1970.

face cachée de Lune: comme tous les astres, la Lune tourne sur elle-même, mais cette rotation s'accomplit exactement dans le même temps et le même sens que la révolution sidérale, de sorte que la Lune montre la même face à la Terre.

factuel: ce qui est de l'ordre ou qui relève des faits et de l'expérience. Le mot est utilisé ici par opposition à formel, c'est-à-dire à ce qui relève du raisonnement pur ou de la logique; mais factuel peut aussi s'utiliser par opposition à ce qui relève de l'ordre du droit.

Pour élargir: Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, PUF, 1993.; *Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques*, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

faillible: ce qui est susceptible d'erreur ou sujet à l'erreur. Par exemple: "la justice est faillible". La science, pour ne pas se figer et pouvoir progresser, doit être faillible, c'est-à-dire qu'une théorie doit pouvoir être surmontée, dépassée ou améliorée par d'autres théories. La connaissance scientifique est un savoir faillible. On doit notamment à Popper une conception faillibiliste de la science.

fonction propositionnelle: par analogie aux fonctions numériques appelées à prendre des valeurs numériques lorsque sont fixées les valeurs de leurs variables, il s'agit de fonctions appelées à prendre comme valeurs des propositions. Par exemple "x est humain" est une fonction propositionnelle; elle devient une proposition (susceptible de vérité ou de fausseté), lorsque nous attribuons une valeur à x, par exemple "Socrate", elle devient alors la proposition "Socrate est humain".

Pour élargir: R. Blanché, La logique et son histoire d'Aristote à Russell, A. Colin, 1882; L. Vax, Lexique Logique, PUF, 1982.

force: la notion de force est essentiellement due à Newton. On peut appeler force toute cause pouvant déformer un corps ou modifier son mouvement. Newton a aussi défini les propriétés des forces: loi de l'action et de la réaction, principe de superposition (qui détermine en fait la structure mathématique dans laquelle on considérera l'ensemble des forces appliquées à un même objet).

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

formalisation: réduction d'un ensemble de connaissances à son ossature logique, c'est-à-dire à sa structure, en faisant abstraction de son contenu empirique ou intuitif, et organisation de celui-ci dans un système dans lequel on fait dériver toutes les assertions ou théorèmes d'un certain nombre de principes ou axiomes; ceci se réalise au moyen de règles de déduction et de procédés de démonstration rigoureusement déterminés. Ce qui caractérise la science moderne est plus particulièrement sa formalisation mathématique.

La formalisation mathématique a dans la science moderne un rôle aussi important que celui de l'expérimentation. On peut situer dans les travaux de Galilée le début de la démarche qui consiste à réduire ou interpréter la réalité physique en termes de propriétés géométriques et mécaniques, considérant les qualités sensibles comme relevant de la subjectivité. "La philosophie (qui comprend la science) est écrite dans ce très vaste livre qui, constamment, se tient ouvert devant nos yeux – je veux dire l'univers – mais on ne peut le comprendre si d'abord on n'apprend pas à comprendre la langue et à connaître les caractères dans lesquels il est écrit. Or, il est écrit en langage mathématique et ses caractères sont les triangles, les cercles et autres figures géométriques, sans lesquels il est absolument

impossible d'en comprendre un mot, sans lesquels on erre vraiment dans un labyrinthe obscur". (Galilée, L'Essayeur).

La nature est donc comparée à un livre et la connaissance à la lecture, ou plutôt au déchiffrement de ce livre. Mais le langage qui permettrait de saisir ce qui y est inscrit, et de s'approprier les secrets de l'univers, est constitué par les mathématiques. Faire de la physique, saisir les lois de la nature, c'est d'abord calculer, faire des mathématiques. Cette imbrication de la physique et des mathématiques, qui va de soi pour la science actuelle, était impensable dans la conception ancienne pour laquelle la physique s'occupe des corps concrets et naturels avec leurs imperfections, les mathématiques s'occupant des objets abstraits et parfaits: la physique mathématique est impossible parce qu'on ne trouve pas sur terre de sphère parfaite, de même qu'on ne trouve pas dans ce monde à trois dimensions de cercles ou de carrés; on doit à Galilée la découverte du fait que ce monde est accessible à l'abstraction mathématique. Connaître est à partir de lui non pas classer, décrire ou chercher les causes premières ou finales, mais trouver des formules, des équations, des identités, exprimant des rapports entre différentes grandeurs significatives. Galilée est, par exemple, le premier à avoir calculé le rapport de la distance parcourue par un objet qui tombe au temps de la chute et à sa vitesse.

Bunge nuance l'exigence de mathématisation, page 40.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

formel: en opposition à factuel ou à matériel, ce qui concerne la forme, c'est-à-dire qui est abstrait par rapport à la réalité empirique.

fréquence: la fréquence d'un événement est le rapport de son nombre d'occurrences au nombre total des cas considérés; si on lance par exemple une pièce "non truquée" un grand nombre de fois, la fréquence du résultat "pile" sera (d'après la loi probabiliste dite "loi des grands nombres") proche de $\frac{1}{2}$. La fréquence est donc un concept statistique, lié à la compilation après coup des résultats obtenus, alors que la probabilité est un nombre énoncé a priori et qui prédit la chance d'obtenir lors d'une action (ici un lancer de la pièce) tel ou tel résultat. Bien entendu, le calcul de la probabilité est fonction des lois et des formules appropriées, fournies par la théorie des probabilités, et des informations qui peuvent être fournies par l'étude empirique (ici celle de la pièce, d'une roulette au

casino, etc.) et qui se traduisent, entre autres, en termes de fréquences, écarts-types, etc.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

généralisation newtonienne: Newton réunit le premier en une théorie scientifique complète et rigoureuse les acquis antérieurs les plus importants, mais en les rectifiant partiellement et en leur donnant toute leur généralité; il les complète principalement par la notion de gravitation universelle qui identifie quant à leur nature la pesanteur terrestre et les attractions entre les corps célestes. La mécanique de Newton exposée dans ses Principes mathématiques de la philosophie naturelle (1687) est fondée sur trois principes: 1. le principe d'inertie, déjà ébauché par Galilée et Descartes; 2. la proportionnalité de la force à l'accélération, entrevue également par Galilée; 3. l'égalité de l'action et de la réaction, aisément perceptible dans les actions de contact, mais que Newton étend aux actions à distance. Newton, qui défendait l'héliocentrisme, applique sa mécanique à l'explication des mouvements des planètes et de la Lune, qui n'avait été que partiellement établie par Kepler. La mécanique de Newton est, sans modification de fond, la base de tous les développements ultérieurs de la mécanique, notamment la mécanique des fluides et la mécanique céleste, jusqu'à l'avènement de la théorie de la relativité d'Einstein.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

géologie: science qui a pour objet l'étude des composants du sol et du sous-sol terrestre, du point de vue aussi bien de leur structure que de leur origine et de leur évolution.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

géométrie euclidienne et géométries non euclidiennes: Les Éléments d'Euclide représentent durant plus de vingt siècles la seule géométrie possible, celle qui est censée décrire l'espace réel. Cette géométrie s'édifie: 1) sur des axiomes (dont le nombre est variable selon les textes qui sont parvenus jusqu'à nous), par exemple: deux grandeurs égales à

une troisième sont égales entre elles; si, à deux grandeurs égales, on ajoute des grandeurs égales, les sommes sont égales; le tout est plus grand que la partie. 2) sur vingt-trois définitions (par exemple, un point est ce qui n'a pas de parties, une ligne est une longueur sans épaisseur, etc.). 3) sur cinq postulats: I) Par deux points on peut tracer une ligne droite. II) Toute droite limitée peut se prolonger indéfiniment dans la même direction. III) Avec n'importe quel centre et n'importe quel rayon on peut tracer une circonférence. IV) Tous les angles droits sont égaux entre eux. V) le postulat, connu sous le nom de postulat des parallèles, suivant lequel, par un point on peut faire passer une parallèle et une seule à une droite donnée.

La particularité de cette géométrie réside dans le fait que, parmi les cinq postulats sur lesquels elle s'édifie, les quatre premiers traduisent des propriétés plus ou moins évidentes pour notre intuition, alors que le cinquième n'a pas l'évidence intuitive des autres.

Les efforts consacrés à tenter de le démontrer furent innombrables, jusqu'à ce qu'au début du siècle dernier, l'idée mûrisse, chez plusieurs mathématiciens à la fois, de remplacer cet effort de démonstration du cinquième postulat par la décision de lui en substituer un autre, non pas descriptif mais conventionnel. Le mathématicien Lobatchevsky procéda de la manière suivante: il contredit le postulat en question; on peut, dira-t-il, mener par un point plusieurs parallèles à une droite donnée. Il conserve par contre les autres postulats et il obtient une géométrie rigoureuse et cohérente, bien que très différente de celle d'Euclide. Un pas de plus fut franchi par le mathématicien Riemann; celui-ci poussa, en effet, encore davantage la relativisation de la géométrie. Il inventa un monde sphérique entièrement imaginaire ainsi que la géométrie qui le décrit. Pour cela il abandonne l'idée de démontrer non seulement le cinquième postulat d'Euclide, mais aussi le troisième; il définit ces deux postulats de façon entièrement conventionnelle et il procède à partir d'eux à des inférences rigoureuses qui aboutissent à une géométrie cohérente. À partir de ce moment, une quantité indéterminée de géométries s'avéra possible: des géométries qui possèdent, outre la vertu de la cohérence, celle de la fécondité, et qui se sont révélées susceptibles d'applications concrètes et utiles. Dans cet éclatement des géométries, celle d'Euclide n'apparaît donc plus comme la seule possible, ni la seule utile, mais comme celle qui répond le mieux à notre perception immédiate, c'est-à-dire comme la convention la plus intuitive.

Pour élargir: H. Poincaré, *La science et l'Hypothèse*, Flammarion, 1968.

géométrie métrique: partie de la géométrie qui étudie les distances; les relations entre les angles et les longueurs des côtés d'un triangle, font, par exemple, partie de la géométrie métrique, alors que certaines propriétés des parallélogrammes n'étant liées qu'au parallélisme des côtés, se rattachent à la géométrie affine, qui se préoccupe des notions de directions.

Pour élargir: *Encyclopédie internationale des sciences et des techniques*, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

glycogénèse hépatique: il s'agit de la capacité des organismes de produire du sucre; on doit à Claude Bernard la découverte de cette fonction chez les animaux, y compris l'homme; jusqu'alors on croyait que cette fonction était une caractéristique du règne végétal. L'organe qui assure cette production est le foie.

Pour élargir: Mirko Grmek, *Claude Bernard et la méthode expérimentale*, éd. Vigdor, 1996.

gnoséologie, gnoséologique: du grec gnosis, connaissance. Relatif à la connaissance. La gnoséologie ou théorie de la connaissance, s'interroge sur l'origine, la nature, la valeur et les limites de la faculté de connaître.

Pour élargir: Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, PUF, 1993; *Encyclopédie philosophique universelle*, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

gravitation universelle: il s'agit de l'une des quatre formes fondamentales d'interaction en physique, cette loi physique fut formulée pour la première fois par Newton: deux masses ponctuelles s'attirent suivant une force dirigée par la droite qui les relie et dont l'intensité est proportionnelle au produit des masses et inversement proportionnelle au carré de leur distance.

Pour élargir: *Encyclopédie internationale des sciences et des techniques*, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

hermitien: l'épithète hermitien (nom dû au mathématicien Hermite) se rapporte d'abord aux espaces du même nom, c'est-à-dire des espaces définis sur le corps des complexes et où on peut définir une géométrie analogue à celle des espaces euclidiens, c'est-à-dire des notions de

longueur et d'angles. Dans ce contexte on appelle opérateur hermitien, une fonction définie sur un tel espace et qui y conserve justement les longueurs.

heuristique: ce qui se rapporte à la découverte; dire d'une chose (idée, hypothèse, raisonnement) qu'elle est heuristique, équivaut à dire qu'elle a une valeur ou une fonction aidant à la découverte. En tant que substantif, l'heuristique est la discipline qui étudie les différents aspects de la découverte.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

histoire comme science: «Ainsi, par apports successifs dont un même esprit inspirait la synthèse, une discipline originale se constituait peu à peu. Elle n'était plus seulement, comme elle l'avait été si longtemps, un genre littéraire parmi tant d'autres où s'essayaient à l'occasion et sans préparation spéciale de brillants esprits. Elle ne visait plus seulement comme l'épopée ou le roman à émouvoir ou distraire le lecteur, comme le discours philosophique à moraliser, comme la plaidoirie enfin à le convaincre du bon droit de tel ou tel souverain. Elle devenait l'activité, chaque jour mieux définie, de travailleurs en quelque sorte professionnels, et l'objet auquel elle s'attachait, c'était bien, en fin de compte, la connaissance de tout le passé humain, poursuivie pour elle-même". (Joseph Hours, Valeur de l'Histoire, PUF, 1963).

On peut situer le début de cette discipline en tant que discipline scientifique, au XIXe siècle. Fustel de Coulanges écrit: "L'histoire est une science; elle n'imagine pas... elle consiste comme toute science à constater les faits, à les analyser, les rapprocher, à en marquer le lien... L'historien... cherche et atteint les faits par l'observation minutieuse des textes comme le chimiste trouve les siens dans les expériences minutieusement conduites". (cité par Hours, Ibid.).

histoire de la science: étudie les découvertes du point de vue de leur chronologie et souvent du contexte social général dans lequel elles se développèrent. Dans cette ligne se situent par exemple les travaux de A. Koyré.

Humanisme: mouvement qui caractérise la pensée de la Renaissance, notamment en Italie; il proclame la nécessité du retour à la culture

classique gréco-latine comme moyen de restaurer la dignité de l'homme par opposition à la place faite à celui-ci au Moyen-Age.

hypothèse: du grec *upothesis*, mettre par dessous, dans le sens de présupposer, de postuler. Terme apparaissant déjà avec ce sens chez Platon, comme quelque chose que l'on doit démontrer. Dans la science moderne, il possède des connotations particulières: une hypothèse scientifique n'est pas une conjecture fantaisiste, mais une conjecture que l'on peut en principe soumettre à l'épreuve de l'expérience. Une hypothèse scientifique doit énoncer d'emblée les conditions dans lesquelles elle pourrait être vérifiée ou infirmée par des expériences.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

idéalisme: À la question métaphysique "qu'est-ce qui existe?" le réalisme répond que la réalité toute entière existe indépendamment du sujet qui la perçoit. Pour l'idéalisme, au contraire, la réalité est, au moins partiellement, l'effet de la conscience qui la connaît et qui, dans un certain sens, la "construit". La formule de Berkeley *esse=percipi* exprime la forme la plus extrême de l'idéalisme. La philosophie de Kant représente une forme nuancée et critique de l'idéalisme: l'idéalisme transcendantal. Celui-ci admet l'existence d'une réalité extérieure indépendante de la conscience, réalité, qui toutefois demeure inaccessible: ce que nous connaissons est l'"organisation" que lui impose la conscience. Il faut distinguer entre un idéalisme objectif ou logique et un idéalisme subjectif ou psychologique: le premier part de la conscience en tant qu'organe de la connaissance, le deuxième se fonde dans la conscience individuelle et rejoint le subjectivisme.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

Iliade: voir Homère.

immanent: s'oppose à transitif ou à transcendant. Se dit de ce qui est contenu dans un être, de ce qui résulte de la nature même de cet être et non pas d'une action externe. S'applique à l'action ou à la cause dont l'effet reste intérieur à l'objet lui-même. Spinoza, par exemple, défend une conception immanente de Dieu: Dieu n'est pas extérieur à la réalité dont il est la cause, mais il en fait partie.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

impératif: proposition ayant la forme d'un commandement ou d'un ordre.

implication ou relation d'implication: il s'agit de la relation logique qui relie une notion ou idée à une autre qui la contient. Ainsi par exemple la notion de totalité implique celle des parties. De même la proposition "Il pleut" implique la proposition "L'herbe est mouillée", ce qui peut être noté $p \rightarrow q$, où p désigne la proposition "Il pleut" et q "L'herbe est mouillée"; on dira aussi "si p alors q " (s'il pleut, l'herbe sera mouillée).

Pour élargir: R. Blanché, La logique et son histoire d'Aristote à Russell, A. Colin, 1882; L. Vax, Lexique Logique, PUF, 1982.

induction: il faut faire la différence entre le procédé et le problème de l'induction.

Le procédé inductif est l'inférence logique de généralisation, c'est-à-dire le passage de constats particuliers à des conclusions générales. Le problème de l'induction est celui de la justification du saut inductif, c'est-à-dire du passage de quelques-uns à tous. Ce problème concerne deux domaines: logique et épistémologique. Logiquement, le problème de l'induction concerne toutes les généralisations; épistémologiquement, il porte sur l'insuffisance des généralisations en tant que connaissances scientifiques.

L'induction devient un problème épistémologique lorsqu'on se demande quel type d'énumération intervient dans la science empirique. Cette préoccupation conduit Bacon à établir les célèbres tables de présence et d'absence, destinées à déterminer les conditions dans lesquelles une induction est scientifiquement légitime ou non. Le problème de l'induction a une portée épistémologique également chez Hume, dans la mesure où celle-ci concerne un aspect essentiel de la connaissance: la notion de causalité. En explorant à fond le problème logique de l'induction, Hume s'aperçoit qu'il existe des retombées épistémologiques, dans le sens où, les inductions étant injustifiées, la notion de causalité, pilier de la recherche scientifique, l'est aussi; car celle-ci n'est autre chose qu'une généralisation. Ces conclusions conduisent Hume à un désespoir et à un scepticisme épistémologiques. Au XIXe siècle, John Stuart Mill, renouant avec le type de réflexion mené par Bacon, se donne pour objet d'établir les règles précises des procédés inductifs légitimes.

Au XXe siècle, les théories de l'induction sont devenues très nombreuses; elles traitent essentiellement le problème en relation avec la question des probabilités. Deux écoles s'opposent à cet égard. D'après l'une d'entre elles, représentée par Von Mises et Reichenbach, le problème de l'induction doit être traité du point de vue de la théorie fréquentielle de la probabilité; les inférences inductives deviennent alors des inférences statistiques. Selon l'école représentée par Keynes, Carnap, Hempel ou Goodman, le problème de l'induction doit être traité du point de vue de la probabilité, comme celui du degré de confirmation des théories.

Pour élargir: R. Blanché, L'induction scientifique et les lois naturelles, PUF, 1975.

inépuisabilité des actuels: il s'agit de l'idée leibnizienne de l'impossibilité de la connaissance exhaustive du monde extérieur.

inférence: opération logique par laquelle la pensée tire à partir d'une ou plusieurs propositions, la conséquence qui en résulte; l'induction, la déduction, le syllogisme, le raisonnement par analogie sont des inférences.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

innéisme: nom donné aux philosophies affirmant que dans l'acte de la connaissance, les contenus ne nous viennent pas tous de l'expérience, mais que nous possédons en nous, par nature et de manière innée, des idées. Descartes dit par exemple: "Que j'aie la faculté de concevoir ce que c'est qu'on nomme en général une chose ou une vérité ou une pensée, il me semble que je ne tiens point cela d'ailleurs que de ma nature propre". (Méditations Métaphysiques).

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

intelligible: susceptible d'être connu par l'intellect; la structure de l'atome, par exemple, est intelligible.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

interprétation: la logique, surtout récente, se détache de tout contenu empirique, et même intuitif, et devient un langage abstrait seul intéressé

par la manière dont se combinent ses termes. Ce langage abstrait peut être “interprété” dans la mesure où on attribue un contenu (empirique ou autre) aux symboles. Il en est de même en mathématiques: dire $2 + 3 = 5$ est une abstraction par rapport à la réalité concrète; on donne une “interprétation” empirique à cette expression lorsqu’elle devient, par exemple, 2 cailloux + 3 cailloux = 5 cailloux.

intrinsèque: (du latin *intrinsicus*: au-dedans, à l’intérieur): qui fait partie de l’essence ou de la nature d’un objet ou d’un être; par exemple, la beauté est intrinsèque à l’art.

intuitionnisme: position selon laquelle l’intellect est incapable de pénétrer dans l’essence des choses. Il peut seulement appréhender la forme mathématico-mécanique de la réalité, mais non pas son noyau et son contenu profonds, qui relèvent du domaine de l’intuition. Bergson, Dilthey, Husserl sont des philosophes dont la pensée contient des éléments intuitionnistes.

Voir Bunge *Intuition et Science*, éditions Vigdor, 1996 où l’auteur analyse la question de l’intuition.

intuitionnisme mathématique: conception selon laquelle la mathématique ne se réduit pas à une signification formelle ni à une axiomatique purement hypothético-déductive, mais possède un contenu tel que la logique de ses conclusions est déterminée par une évidence propre. S’oppose à formalisme ou logicisme.

Pour élargir: M. Combès, *Fondements des mathématiques*, PUF, 1971.

Voir Bunge *Intuition et Science*, éditions Vigdor, 1996 où l’auteur aborde la question de l’intuition.

invariance: propriété de certaines lois physiques de demeurer inchangées, ou invariantes, lors de certaines transformations. Certaines grandeurs restent invariantes lors des transformations considérées par la mécanique newtonienne, d’autres restent invariantes lors des transformations de la mécanique relativiste; on peut considérer que ces deux types de mécanique sont décrits par leurs invariants respectifs. L’invariance traduit aussi des propriétés “géométriques”; par exemple, un phénomène ondulatoire est invariant par translations égales à son amplitude longitudinale; un champ électrique peut être invariant par des symétries ou des rotations.

irrationalisme: terme le plus souvent attribué par les rationalistes à deux types d'attitudes intellectuelles ou d'esprits philosophiques: a) une doctrine qui nie la valeur de la raison, ou la limite en la restreignant à certains domaines: "La dernière démarche de la raison est de reconnaître qu'il y a une infinité de choses qui la surpassent" (Pascal, Pensée 267); b) une doctrine qui conteste la rationalité du réel et fait de l'irrationnel et du devenir contingent le fond des choses: "Le caractère du monde du devenir est d'être informulable... La connaissance et le devenir s'excluent". "La vérité c'est que nous ne pouvons rien penser de ce qui est". (Nietzsche). Dans notre siècle la philosophie la plus représentative de l'irrationalisme est celle de Bergson. Bunge place dans la catégorie d' "irrationalisme" toutes les formes de pragmatisme et d'utilitarisme, voir pages 80 et ss.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

langage observationnel: les néopositivistes distinguent entre langage théorique et langage observationnel. Dans la mesure où, pour expliquer l'observable, nos meilleures théories font appel à des entités inobservables (forces, masse, atome), les néopositivistes ont exigé que la théorie qui suppose de tels postulats fondamentaux puisse se référer à une base empirique, c'est-à-dire qu'elle assure un lien avec l'immédiatement observable. Il faudra, en d'autres termes, qu'elle comporte un ensemble de "règles de correspondance" en vertu desquelles on pourra mettre en relation ces termes abstraits avec des faits empiriques. Il faudra que des prédicats comme "être dur", "être élastique", "être en colère", "être rentable", c'est-à-dire des termes "dispositionnels" (parce qu'ils dénotent un comportement virtuellement observable), soient clairement précisés, pour qu'ils soient purifiés de toute polysémie et dotés dans le langage de la science d'une signification univoque. Ce sont les recherches de Gödel et Tarski sur l'impossibilité de la construction d'un langage unifié qui mirent définitivement fin à ces efforts.

Pour élargir: P. Jacob, L'empirisme logique, Éditions de Minuit, 1890; L. Vax, L'empirisme logique, PUF, 1970.

linguistique: partie de la sémiologie consacrée à l'étude de la langue et constituée en tant que science à partir des travaux de F. de Saussure. Celui-ci fait la différence entre le langage, comme fonction générale de certains organismes et la langue que l'on peut définir comme le langage

revêtu de sa composante sociale, c'est à dire des conventions nécessaires à la communication. Ainsi conçue, la langue est un système formel et structuré. Nous devons à de Saussure la distinction entre deux dimensions fondamentales: le signifié (le concept) et le signifiant (le son).

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

logicisme: conception selon laquelle toute la mathématique serait réductible à des principes logiques; selon Leibniz, la pensée mathématique est une extension ou un développement particulier de la logique générale. Pour Hilbert, Whitehead et Russell, les mathématiques sont un système axiomatique dont la seule loi est la cohérence.

logique: Il convient de distinguer entre:

Logique formelle, ou classique, ou aristotélicienne: elle a pour objet de déterminer la validité des raisonnements d'après leur forme, indépendamment de l'expérience. Par exemple, de la proposition: "tout A est B", je peux déduire correctement la proposition: "il y a au moins un B qui est A"; en revanche, il serait incorrect de déduire "tout B est A", même si cette dernière proposition peut s'avérer dans certains cas, confirmée par l'expérience. C'est la validité intrinsèque de ces opérations, ou leur nécessité logique, que cherche la logique formelle: elle est régie par les lois universelles de la pensée: principes d'identité, de non-contradiction et du tiers exclu.

Logique symbolique, ou moderne, ou formalisée, due entre autres à Leibniz, Boole, De Morgan, Hilbert, Russell: si elle étudie comme la logique traditionnelle la validité des raisonnements, elle le fait non pas en examinant le langage courant, foncièrement ambigu et équivoque, mais en construisant un langage entièrement artificiel ou axiomatique, composé de symboles et comportant des axiomes, des définitions et des règles de transformation.

À ne pas confondre: formelle et formalisée.

logique bivalente: c'est celle qui reconnaît deux valeurs de vérité: vrai et faux, et qui se fonde sur le principe du tiers exclu, par opposition à des logiques polyvalentes qui reconnaissent plus de deux valeurs logiques, par exemple: vrai, faux, impossible, indéterminé; il existe même des logiques floues, attribuant à des propositions des probabilités de vérité.

Cette classification n'est qu'une des très nombreuses classifications possibles de la logique.

Pour élargir: R. Blanché, La logique et son histoire d'Aristote à Russell, A. Colin, 1882; L. Vax, Lexique Logique, PUF, 1982.

logique de la science: s'en tient exclusivement à la structure formelle de la connaissance scientifique, et met en valeur le système déductif implicite, ou bien, encore la forme que prend dans certaines sciences le système axiomatique. Dans cette ligne se situent Carnap, Nagel, Bunge, etc.

loi: il s'agit de l'une des notions centrales de l'épistémologie; dans le chapitre III;, Bunge en établit une caractérisation très complète.

loi de conservation des éléments: lors d'une réaction chimique la quantité d'éléments (corps simples) de chaque type dans les produits est la même que dans les réactifs. Par exemple, lors de la combustion du carbone, notée $C + O_2 \rightarrow CO_2$, on trouve un élément C avant et après la réaction alors que le corps Carbone disparaît pour devenir du Dioxyde de Carbone

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

loi de la conservation de l'énergie: un système isolé a une énergie totale constante. Il ne peut donc y avoir, dans un tel système, ni création, ni disparition d'énergie mais simplement transformation d'une forme d'énergie en une autre.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

loi de la conservation de la masse: lors d'une réaction chimique, la masse totale des produits est égale à la masse totale des réactifs.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

lois de Kepler: Il s'agit de lois expérimentales relatives au mouvement des planètes autour du Soleil. Elles sont au nombre de trois: 1 chaque planète décrit dans le sens direct une ellipse dont le Soleil occupe un des foyers; 2 les aires parcourues par le rayon vecteur allant du centre de la

planète au centre du Soleil sont proportionnelles au temps employé à les parcourir; 3 les carrés des temps des révolutions sidérales des planètes sont proportionnels aux cubes des grands axes de leurs orbites.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

lutte des classes: notion clé de la philosophie marxiste, pour désigner l'antagonisme et les conflits d'intérêts entre la classe prolétarienne ne possédant que sa force de travail et la classe bourgeoise qui tire sa force de domination de la possession des moyens de production. D'après Marx, la lutte des classes constitue le moteur de l'histoire, dans le sens où celle-ci peut être interprétée comme une succession de conflits pour la possession des moyens de production, mais elle est aussi la force essentielle pour la révolution finale, celle qui instaurera la dictature du prolétariat et la propriété collective des moyens de production, en vue de la phase ultime, celle du communisme, c'est-à-dire une société sans classes, qui marquera le début d'une autre ère.

Lycée: En 336 av. J.-C., après avoir quitté la cour de Philippe de Macédoine, où il assurait l'éducation du fils de celui-ci, le futur Alexandre le Grand, Aristote fonde une école dans le quartier du Lycée proche de temple d'Apollon Lycien: cette école possédait une bibliothèque et des collections d'animaux et de plantes. Les élèves prirent l'habitude de discuter en se promenant, d'où ils reçurent le nom de péripatéticiens, qui signifie "ceux qui se promènent".

magnétisme: ensemble des phénomènes que présentent les matériaux aimantés, et aussi branche de la physique qui étudie les propriétés de la matière aimantée. Le philosophe Thalès de Milet aurait le premier signalé les propriétés d'une pierre trouvée en Magnésie (Thessalie) et appelée de ce fait magnétite, d'où le mot magnétisme.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

masse: la masse d'un objet peut être définie comme le rapport constant qui existe entre la mesure d'une force qui s'y applique et celle de l'accélération qu'elle imprime à son mouvement. La masse d'un objet représente la quantité de matière que celui-ci contient.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

matérialisme, matérialiste: se dit de toute doctrine qui pose la matière comme substance ou réalité dernière, et aussi comme le fondement de toute réalité, la pensée n'étant qu'une qualité ou un épiphénomène de la matière. Il s'agit d'une théorie que nous trouvons déjà chez Epicure (Samos au Athènes, 341-270 av.J.-C) ou Démocrite (Abdère, 460-370 av.J.-C). Elle s'oppose au spiritualisme, qui pose l'esprit comme source ultime. L'opposition la plus représentative entre ces deux points de vue est contenue sans doute dans le débat entre Hegel, d'un côté, et Engels et Marx de l'autre.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

mathématiques pures et appliquées: on divise les mathématiques en mathématiques pures et mathématiques appliquées; les mathématiques pures comprennent les disciplines "classiques" où l'activité est guidée par le désir de progresser dans la connaissance des structures et des propriétés des divers domaines: analyse, géométrie, algèbre etc... Les progrès y sont dictés par la résolution de problèmes, par l'invention de notions nouvelles et par la description de problèmes nouveaux. Les mathématiques appliquées sont concernées par le développement de théories et de techniques dont l'intérêt est leur possibilité d'être appliquées effectivement, c'est-à-dire dont les calculs peuvent être programmés, les résultats évalués et utilisés dans des domaines extérieurs (d'autres disciplines comme la physique, l'économie, etc... ou des domaines techniques). En fait il n'est pas rare que des mathématiciens "purs" s'intéressent à des applications de leurs domaines "purs" et que des mathématiciens appliqués aient besoin de longues incursions dans des domaines des mathématiques pures pour y trouver les théories ou les outils nécessaires à leurs propres développements.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

mécanicisme, mécaniciste: il convient de distinguer entre conception mécaniciste et explication mécaniciste. Le mécanicisme comme

conception affirme que le fonctionnement de la réalité est comparable à celui d'une machine. On peut mieux comprendre cette notion en l'opposant à celle du finalisme qui se situe à l'extrême opposé, selon lequel la réalité se dirige vers un but. Dans la notion de mécanicisme il y a donc une connotation de fonctionnement aveugle. Dans cette ligne se trouvent des penseurs comme Descartes (en ce qui concerne sa conception de la nature), Huygens ou Newton. Une explication mécaniciste est une explication selon un modèle mécanique; ce qui semble caractériser celle-ci est le fait de refuser toute idée d'action à distance et de privilégier l'idée d'action par contact pour rendre compte de la production des phénomènes.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

mécanique: (en tant que nom) branche des mathématiques ou de la physique mathématique ayant pour objet le mouvement, et les forces (causes) qui le déterminent; on la divise généralement en cinématique (étude des propriétés géométriques des mouvements dans leur rapport avec le temps, abstraction faite des notions de masse et de force), statique (étude des forces en état d'équilibre) et dynamique (étude du mouvement dans son rapport avec les forces).

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

mécanique analytique: il s'agit de la formalisation mathématique de la mécanique; on peut la rapporter aux efforts d'Euler et de d'Alembert au XVIIIe siècle. Depuis, la mécanique a continué à étendre ses connaissances en conservant cette démarche mathématique.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

mécanique moderne ou classique ou newtonnienne: Ces trois notions sont utilisées indistinctement par Bunge. Voir Newton.

mécanique quantique: partie de la mécanique qui considère certaines quantités physiques comme non continues mais au contraire comme composées de quanta élémentaires; la mécanique quantique est née des

difficultés de la mécanique classique et a permis de mieux comprendre par exemple les phénomènes liés à la lumière.

Dans un premier temps on a pensé que la théorie quantique remettait en cause le déterminisme par le caractère probabiliste et non absolu de ses réponses (c'est la cause du débat entre Einstein et Bohr), cependant, même si le lien entre l' "infinitement petit", qui est à l'échelle quantique, et le monde classique des objets, qui sont à une taille plus grande, n'est pas encore fait, la formalisation mathématique donnée à la théorie quantique est considérée comme satisfaisante, même si elle va parfois contre notre intuition.

Cette théorie est née en outre à la suite des travaux de Max Planck sur le rayonnement du corps noir et d'un article d'Einstein, inventant la notion de photon (particule d' "énergie lumineuse").

Pour élargir: A. Einstein et L. Infeld, L'évolution des idées en physique, Payot, 1963.

Mercantilisme: école économique pour laquelle la puissance d'un état est la richesse, et la forme suprême de la richesse est la possession de métaux précieux. Il faut donc accumuler les métaux, en exportant et en évitant d'importer. Il faut, en conséquence, protéger l'industrie, en faisant jouer la concurrence et en affirmant l'intervention de l' État. Le principal représentant de cette doctrine en France est Montchrestien, dont les idées furent appliquées, notamment, par Colbert.

Pour élargir: J. Wolff, Histoire de la pensée économique, de l'origine à nos jours, 1991.

méta: du grec meta, avec, parmi, après, ensuite: entre dans la composition de nombreux mots pour exprimer la succession (métacarpe), le changement (métabolisme). Dans les néologismes scientifiques, méta indique ce qui englobe, dépasse l'objet ou la science dont il est question: métalangage, métamathématique, métascience, etc.

métaphysique: le mot métaphysique doit son origine à la classification des œuvres d'Aristote faite par Andronicos de Rhodes (au premier siècle av. J.-C.). Les livres qui traitaient de la philosophie furent placés après ceux qui traitaient de la physique, on donna aux premiers le nom de métaphysique, c'est-à-dire ceux qui sont après la physique. Par la suite, cette dénomination prit un contenu bien particulier et, par métaphysique on entend tout savoir qui prétend accéder à ce qu'il y a derrière

l'apparence ou qui est caché par elle, c'est-à-dire les fondements mêmes de la réalité. Le XVII^e siècle est particulièrement fécond en systèmes métaphysiques: Descartes, Leibniz, Pascal, Spinoza, etc. Parallèlement au développement des théories métaphysiques, se développent des systèmes préoccupés par la question de savoir dans quels sens et mesure cette discipline constitue un savoir, et si on peut appeler celle-ci une connaissance: dans cette ligne se situent entre autres Bacon, Kant, Comte, les néopositivistes.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

méthode descriptive et méthode normative: la considération philosophique de la méthode peut revêtir des formes différentes, dont une forme purement descriptive, répondant à la question "comment travaille la science?", (c'est le cas de Claude Bernard) et une forme normative répondant à la question "comment devons-nous procéder pour atteindre la vérité?". La méthode de Descartes est conçue plutôt dans ce second sens.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

méthode expérimentale: le savoir scientifique moderne, inauguré par Kepler, Galilée et Newton, entre autres, n'a pas eu au départ une claire conscience de lui-même. Ce sont les philosophes qui cherchèrent a posteriori à comprendre et à conceptualiser ce que les scientifiques pratiquaient. Dans cette ligne nous trouvons notamment les noms de Bacon, Stuart Mill, Auguste Comte, Whewell et, particulièrement, Claude Bernard. Nous devons à celui-ci la systématisation et l'organisation la plus achevée des principes et des règles qui guident le savoir scientifique moderne. Celui-ci se construit selon un schéma dans lequel nous pouvons distinguer, analytiquement plus que chronologiquement, trois étapes fondamentales: observation des faits, élaboration d'hypothèses et vérification empirique, chacune d'entre elles étant susceptible de modalités et formes diverses.

Pour élargir: voir Cl. Bernard, Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, éditions Vigdor, 1966.

méthode hypothético-déductive: c'est celle qui, dans les sciences expérimentales, part d'une ou plusieurs propositions posées comme

hypothèses et en tire des conséquences particulières qui sont ensuite soumises à la vérification empirique.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

méthodologie: bien qu'elle puisse être considérée comme un thème de l'épistémologie, elle peut en être distinguée dans la mesure où elle se donne comme objet l'analyse et l'éclaircissement des différents moments de la démarche de la recherche scientifique, tels que l'observation, l'expérimentation et le raisonnement expérimental. Nous trouvons dans cette ligne certains aspects de la démarche de Galilée et de Claude Bernard.

milieu intérieur: concept créé par Claude Bernard pour désigner le milieu qui assure une indépendance relative de l'organisme par rapport au milieu extérieur (par exemple, la température du corps demeure constante face aux changements extérieurs). Le milieu intérieur se caractérise par une grande stabilité de ses caractères chimiques et physiques, que l'on nomme pour cette raison des constantes, par opposition au milieu extérieur essentiellement changeant.

Pour élargir: Mirko Grmek, Claude Bernard et la méthode expérimentale, éditions Vigdor, 1996.

modèle: se dit d'un système servant à l'intelligibilité d'un autre système, comme lorsqu'on examine le passage d'un fluide dans un canal pour comprendre la circulation des liquides. Dans ce cas, l'exemple, ayant une valeur heuristique, constitue un modèle.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

morphologique: du grec morpho, forme; relatif à la forme, la structure ou la configuration d'un objet ou d'un fait.

mouvement brownien: doit son nom au botaniste Robert Brown. Mouvement désordonné qu'effectuent des particules de dimensions inférieures à quelques microns, en suspension dans un liquide ou un gaz.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

mythe: du grec *muthos*, parole. Cette notion revêt plusieurs significations, dont celle d'un récit fabuleux, propre à l'homme primitif. Les mythes varient d'une société à l'autre, mais ils ont souvent une structure interne commune. Ils ont tout au moins ceci en commun, d'apporter une réponse à la question des origines, soit des phénomènes de la nature, soit d'une institution. Le mythe de Prométhée, racontant l'origine du feu en représente un exemple.

En sociologie le sens du mot mythe est différent: il s'agit d'une croyance ou de récits idéalisant un fait ou un phénomène qui prend, de ce fait, une dimension plus au moins fabuleuse. Par exemple, le mythe de l'Amérique.

nécessaire, nécessité: contrairement à contingent, qualité de ce qui ne peut pas être autrement qu'il est, ou qui n'aurait pas pu ne pas être. Pour Bunge il s'agit également d'une connexité logique.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

Néopositivisme ou empirisme logique ou positivisme logique: doctrine du Cercle de Vienne; fondé par Schlick en 1929, celui-ci rassemble des membres provenant de différentes disciplines: les mathématiciens Gustav Bergman, Kurt Gödel, Carl Menger; les physiciens Philip Frank et Rudolph Carnap. Les noms d'Alfred Ayer et de Carl Hempel sont aussi associés à ce mouvement.

Qu'est-ce que le néopositivisme? Il n'est pas aisé de répondre à cette question. Toutefois au delà de la diversité des propositions qui se réclament de ce courant, il est possible de tirer quelques traits communs:

- a) le néopositivisme est un positivisme; héritier de la philosophie d'Auguste Comte, il s'attache à l'idée que nous ne pouvons connaître que les faits et leurs relations et non pas le pourquoi profond des choses, ce dont s'occupe la métaphysique qu'il considère comme une entreprise vaine; on connaît cet aspect du néopositivisme sous le nom d' aversion à la métaphysique, qui constitue l'un des axes du néopositivisme.
- b) le néopositivisme est un empirisme (également appelé empirisme logique); non pas un empirisme gnoséologique ou traditionnel qui s'interroge sur l'origine de la connaissance, mais un empirisme épistémologique qui s'interroge sur la justification des connaissances et qui approfondit de ce fait la notion de vérification empirique.

c) le néopositivisme est analytique: si l'empirisme classique met en garde contre les sources d'erreur qui sont le résultat d'un raisonnement détaché de l'expérience, et si le rationalisme dénonce le côté trompeur d'une expérience qui ne fait pas appel à la réflexion, le néopositivisme met l'accent sur l'examen des pièges qui se trouvent non pas du côté de nos facultés, mais dans le langage dans lequel elles sont obligées de s'exprimer et dont la nature intrinsèque est problématique et paradoxale; car la langue naturelle est fondamentalement ambiguë. Le terme "analytique" résume donc la recherche qui s'attache aux problèmes de l'ambiguïté du langage et à la résolution de ses ambiguïtés. Ces recherches furent logiques avant de devenir épistémologiques.

On peut situer leur origine dans les travaux de Frege et ensuite de Russell et Wittgenstein, travaux que les néopositivistes essayèrent de mettre à profit pour la résolution des problèmes posés par la science, particulièrement celui de la vérification. Ces tentatives, dont les plus poussées sont sans doute celles de Carnap, se heurtèrent à des obstacles que suivirent de nombreux remaniements, le résultat final en étant fortement contesté dès nos jours.

Pour élargir: P. Jacob, *L'empirisme logique*, Éditions de Minuit, 1890; L. Vax, *L'empirisme logique*, PUF, 1970.

nerf afférent: fibre nerveuse qui conduit les influx nerveux depuis un récepteur périphérique jusqu'à un relais central (cerveau ou moelle épinière).

Pour élargir: *Encyclopédie internationale des sciences et des techniques*, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

nerf efférent: fibre nerveuse qui conduit les influx nerveux depuis la moelle épinière ou le cerveau jusqu'au niveau des muscles striés volontaires.

Pour élargir: *Encyclopédie internationale des sciences et des techniques*, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

neurophysiologie: branche de la physiologie s'occupant du fonctionnement du système nerveux.

nihiliste, nihilisme: du latin nihil, rien. Toute doctrine qui nie l'existence de l'absolu, de la vérité ou des valeurs.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

nombre abstrait: Bunge fait allusion ici au nombre détaché de tout support matériel: non pas 3 pommes, 3 cailloux ou 3 doigts, mais 3 à l'état "pur", c'est-à-dire l'entité mathématique commune à 3 pommes, 3 cailloux, 3 doigts.

nominalisme: attitude philosophique qui refuse tout réalisme de l'essence et ne reconnaît d'existence qu'aux individus. Même l'existence des universaux sous la forme d'entités mentales est refusée. On la trouve pour la première fois au XIe siècle dans les travaux de Roscelin; ensuite au XIIe chez Abélard et son expression la plus représentative est atteinte au XIVe dans les travaux de Guillaume d'Ockham. À l'époque moderne il réapparaît dans les philosophies de Locke et Hobbes et actuellement dans celles de Goodman et Quine.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

nomologique: du grec nomos, loi. Équivaut à "tout ce qui concerne une loi", que celle-ci soit naturelle ou sociale.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

objectivisme: à la question "pouvons-nous connaître réellement?", l'objectivisme répond en affirmant que, quelle que soit l'importance des facteurs subjectifs ou l'intervention de la conscience dans l'acte de la connaissance, l'appréhension que nous faisons de la réalité, correspond à ce qu'elle est objectivement. S'oppose à subjectivisme.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

observation: l'observation scientifique est un type particulier d'observation. Claude Bernard a consacré une attention particulière à ce sujet et mis en évidence des distinctions et des modalités telles que:

l'observation avec ou sans idée préconçue, active et passive, directe et indirecte, pour élaborer une théorie ou pour la vérifier, etc.

Pour élargir ce point voir, Cl. Bernard, Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, éditions Vigdor, 1996, où l'on pourra utiliser la fonction de recherche sur le mot "observation".

ondes élastiques: la théorie du son considère celui-ci comme un phénomène ondulatoire se propageant de manière longitudinale dans un milieu suffisamment élastique (ou compressible), comme la déformation d'un ressort, que l'on comprime et relâche, se propage le long de ce ressort; ce phénomène est décrit par contraste avec les ondulations concentriques causées par la chute d'une pierre dans l'eau: dans ce dernier cas la déformation est transversale (les vagues représentent un mouvement vertical de l'eau, alors que leur propagation est horizontale).

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

ondes électromagnétiques: Faraday avait mis en relation électricité et magnétisme par le phénomène de l'induction, suivant lequel un champ magnétique variable engendre un champ électrique. En affirmant que le phénomène inverse était aussi possible, Maxwell réunit ces deux concepts et énonça sa théorie selon laquelle intensités électriques et magnétiques se propagent toutes deux sous forme ondulatoire. Comme leur vitesse mesurée à la même époque semblait proche de celle de la lumière, Maxwell assimila celle-ci à un ensemble d'oscillations du champ électromagnétique. La découverte de la possibilité de produire de telles ondes permit plus tard l'invention de la radio.

Pour élargir: A. Einstein et L. Infeld, L'évolution des idées en physique, Payot, 1963.

ondes lumineuses: voir théorie ondulatoire de la lumière.

ontique: relatif à l'être en tant que tel, par opposition à ontologique, qui désigne l'étude de l'être.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

ontologique, ontologie: étymologiquement, ces mots dérivent de ontos, qui désigne l'être. Son contenu, défini par Aristote comme la science de

l'être, varie au long de l'histoire de la pensée d'après la façon dont on considère l'être lui-même: par exemple, l'être comme ce qui est ou comme ce qui existe.

Pour élargir: E. Gilson, Constantes philosophiques de l'être, Vrin, 1983.

opérationnisme ou opérationnalisme: théorie issue de la réflexion sur les nouvelles méthodes de la pensée physique, notamment la théorie de P. W. Bridgman, selon laquelle la signification de tout concept physique est déterminée par une série d'opérations. Si nous prenons comme exemple, affirme Bridgman, le concept de longueur d'un objet, nous verrons qu'il est possible d'attribuer une signification à celui-ci seulement si nous sommes en mesure de fixer les opérations au moyen desquelles la longueur est mesurée; s'il s'agit d'un concept mental, tel que le concept de continuité mathématique, les opérations seront de nature mentale. Pour cette école toutes les notions qui ne peuvent pas être définies à l'aide d'opérations sont dépourvues de signification, comme par exemple le concept d'absolu ou de temps absolu.

Pour élargir: P. Jacob, L'empirisme logique, Éditions de Minuit, 1980.

opinion publique: pensée sociale dominante sur les questions politiques, économiques, sociales, morales, philosophiques, etc. dans un groupe ou une société donnée; elle se forme essentiellement par imitation et interaction entre individus de conditions et de milieux sociaux divers. Ici Bunge fait allusion au fait qu'il ne s'agit pas à proprement parler d'un fait mais d'un concept.

opposition: des propositions peuvent s'opposer de diverses manières: a) opposition de contradiction: propositions qui, ayant le même sujet et le même attribut, diffèrent en quantité (universelle ou particulière) et en qualité (affirmative ou négative). Par exemple "Tous les hommes sont mortels" est la contradictoire de "Socrate n'est pas mortel". b) opposition contraire: les propositions s'opposent en qualité mais pas en quantité; par exemple "tous les hommes sont mortels" est la contraire de "aucun homme n'est mortel". c) opposition subcontraire: les propositions s'opposent en qualité mais non pas en quantité, toutes deux étant particulières. Par exemple "Socrate est mortel" est la subcontraire de "? Socrate n'est pas mortel". Aristote et les scolastiques établirent des tableaux d'opposition très complets, dont la forme schématique la plus simple correspond à ces formes. Voir tableau d'oppositions.

Pour élargir: R. Blanché, La logique et son histoire d'Aristote à Russell, A. Colin, 1882; L. Vax, Lexique Logique, PUF, 1982.

organique: agencé de façon telle que les parties sont interdépendantes et solidaires, agissant selon une finalité, par opposition à mécanique où l'action des parties est, pour ainsi dire, "aveugle".

paradoxe: étymologiquement, ce mot dérive de para-doxos, qui signifie "contre l'opinion". Il faut distinguer entre le sens général et le sens spécifique de ce terme. Dans son sens très général, un paradoxe est une proposition qui se heurte à une autre, alors que toutes les deux sont fondées. Dans le sens spécifique, les paradoxes constituent un problème logique et philosophique. On peut en distinguer diverses catégories. Traditionnellement on distingue: a) les paradoxes logiques, comme le paradoxe des classes de Russell: la classe de toutes les classes, qui n'appartiennent pas à elles-mêmes, appartient à elle-même seulement si elle n'appartient pas à elle-même. b) les paradoxes sémantiques, dont le plus connu est le paradoxe du menteur dont la formulation la plus simple est: "je mens". Cette affirmation est paradoxale, car, si je mens, je dis la vérité. Nous trouvons déjà un intérêt logique pour les paradoxes chez Aristote ainsi qu'au Moyen-Age, mais c'est surtout notre siècle qui s'est penché sur cette question. La plus célèbre solution au problème des paradoxes est la théorie des types de Russell, mais il y en a d'autres comme celles de Tarsky, Carnap, Koyré, etc.

Pour élargir: N. Falletta, Le Livre des Paradoxes, Belfond éditeur, 1983.

pavlovien: relatif à Pavlov

Pénélope: dans la mythologie grecque, femme d'Ulysse et mère de Télémaque. Pendant les vingt ans d'absence d'Ulysse, elle repoussa toutes les propositions de mariage. Elle déclarait qu'elle ne se marierait pas avant d'avoir achevé le tissage du linceul de Laërte, son beau-père. Mais elle défaisait la nuit ce qu'elle avait tissé pendant le jour. On appelle travail de Pénélope les œuvres que l'on recommence sans cesse ou dont on ne voit pas la fin.

perfectibilité: C'est Karl Popper qui a mené à ses dernières conséquences l'aspect perfectible et falsificationniste de la science, au point d'en faire le critère même de sa définition. Le système de Popper peut se résumer à l'idée selon laquelle un savoir est scientifique si et seulement si on peut en démontrer à un moment ou un autre la fausseté.

perfectible: qui est susceptible d'être amélioré ou perfectionné; contrairement à la philosophie qui contient des affirmations définitives, la science ne comporte que des affirmations perfectibles; ceci constitue à la fois une caractéristique essentielle et une condition sine qua non. Voir perfectibilité.

phénomène: du grec phainomenon, de phainiein, apparaître. Ce qui apparaît, ce qui se manifeste aux sens ou à la pensée, par opposition à ce qui reste voilé ou que l'on ne peut pas saisir. Dans certains cas, le phénomène est considéré comme la seule réalité digne de foi; dans d'autres cas, il est assimilé à superficiel, à ce qui s'oppose à l'être véritable des choses; cette notion revêt alors le caractère d'une pure apparence trompeuse et sans profondeur.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

phénoménologie: position philosophique due à Husserl, qui prétend se situer "avant" les positions traditionnelles qui sont réalisme et idéalisme, objectivisme et subjectivisme. La connaissance mettant entre parenthèses la question de la nature dernière de la réalité (epochè phénoménologique), opère un retour aux choses elles-mêmes et examine les contenus de conscience en tant que tels. La conscience s'en tient à ce qui est donné – le phénomène – et le décrit. Mais contrairement à Kant, pour qui le noumène ou réalité dernière du phénomène ne peut pas être connu, pour Husserl, le phénomène dévoile son essence. La conscience, qui est intentionnelle, (c'est-à-dire dépourvue de contenu mais dont la nature est de viser son objet), dégage par intuition l'essence des phénomènes.

Pour élargir: J.-F Lyotard, La phénoménologie, PUF 1954.

philologie: étude d'une langue fondée sur l'analyse des documents écrits et utilisant divers procédés (interprétation, déchiffrement, critique), susceptibles d'apporter un éclairage à un texte et à la langue dans laquelle celui-ci s'exprime.

philosophie de la science: s'interroge sur les conséquences philosophiques des résultats concrets de la science. Signalons, comme exemple de cette attitude, la réflexion sur les implications philosophiques du principe d'incertitude de Heisenberg. Les réflexions philosophiques autour de l'essence des mathématiques, comme l'intuitionnisme de Brouwer et le logicisme de Russell, appartiennent aussi à cette catégorie.

physicalisme: néologisme proposé par Carnap pour caractériser l'idée néopositiviste d'après laquelle la physique doit être considérée comme le modèle par excellence de la science et celle qui doit unifier toutes les autres. Ce terme désigne en outre la croyance selon laquelle le langage de la science se réduit à des protocoles, c'est-à-dire à des comptes-rendus d'expériences.

Pour élargir: P. Jacob, *L'empirisme logique*, éd. de Minuit, 1980.

Physiocratie: les physiocrates constituent la première école économique proprement dite. Leurs principes épistémologiques se fondent sur l'existence de lois immuables qui gouvernent la société et que l'homme peut découvrir par la raison et que, une fois découvertes, il doit respecter. Réfutant la conception mercantiliste, ils conçoivent la richesse non pas comme la possession de métaux précieux, mais comme le produit net consommable, c'est-à-dire, dans une production, la part de celui-ci excédant les dépenses engagées pour l'obtenir. D'où l'importance attribuée à la terre et à l'agriculture; son principal représentant est Quesnay, l'application des principes étant due notamment à Turgot.

physiologie: partie de la biologie qui étudie le comportement des organes dans les êtres vivants aussi bien dans le domaine du règne végétal qu'animal.

pierre philosophale: utopie des alchimistes qui cherchent une matière capable de transformer les métaux en or. Par extension, on utilise l'expression "recherche de la pierre philosophale" pour signifier une recherche impossible.

polaire: dans son sens originel, relatif aux Pôles; au sens figuré, relatif à une dichotomie, dont chaque extrême est considéré comme un "pôle": par exemple, les deux pôles d'un aimant.

polysémie, polysémique: du grec *polus*, nombreux, et *semeion*, signe: propriété des mots de posséder plusieurs significations; par exemple, le mot *loi* désigne aussi bien une loi au sens juridique qu'une régularité dans la nature ou encore la reconstruction conceptuelle d'une telle régularité, etc., etc.

Positivisme: dans son sens le plus strict, cette notion désigne la philosophie d'Auguste Comte qui comprend une théorie de la science, une réforme de la société et une religion. La théorie positiviste de la connaissance repose sur la loi des trois états selon laquelle, au cours de

leur histoire, les hommes ont traversé un âge théologique, un âge métaphysique et, finalement, un âge positif ou scientifique. Le positivisme déclare recevables seulement les vérités positives, c'est-à-dire empiriques et scientifiques, à l'exclusion de toute investigation axée sur l'essence des choses (métaphysique). Cinq sciences sont privilégiées à cause de leur caractère expérimental: l'astronomie, la physique, la chimie, la physiologie et la sociologie, qui sont parvenues -dans cet ordre en raison de leur complexité croissante – à l'état positif, et permettront d'aborder ensuite des réformes sociales et de construire une politique et une religion positives.

pragmatique (adj.): du grec, pragma, action. Se dit de quelque chose qui est susceptible d'application pratique, ou qui a une valeur pratique, de ce qui est orienté vers l'action ou vers l'efficacité.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

pragmatique (nom): en tant que discipline, il s'agit (dans la nomenclature proposée par Ch. Morris) de la discipline qui étudie les rapports entre le langage et l'agent qui les utilise; dans ce sens elle tient compte des facteurs psychologiques, sociologiques et biologiques qui déterminent l'utilisation des signes. Si la syntaxe est l'étude de la relation entre les signes et la sémantique, l'étude de la relation entre les signes et le monde, la pragmatique est celle de la relation entre les signes et leurs interprètes. Une définition plus complète établit que la pragmatique est la branche de la sémiotique qui traite de l'origine, de l'utilisation et des conséquences produites par les signes dans les comportements dans lesquels ils se manifestent.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

Pragmatisme: mouvement philosophique développé notamment par William James et Charles S. Peirce, qui affirme une conception de la connaissance selon laquelle seul est savoir, le savoir applicable et utile, cette utilité n'étant pas toutefois exclusivement pratique, mais aussi théorique. Le pragmatisme n'abandonne cependant pas l'exigence empiriste de vérification, mais pour lui le savoir vérifié est non seulement

celui qui réussit l'épreuve de l'expérimentation, mais celui qui "fait ses preuves", dans ce sens où il réussit dans l'action ou dans la pratique.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

prémisses: notion définie par Aristote comme l'expression qui affirme ou nie une chose à propos d'une autre. Dans la structure du syllogisme, les prémisses sont les deux jugements à partir desquels on tire la conclusion.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

prévisions météorologiques: la quantité de variables intervenant dans les processus météorologiques est tellement grande qu'il n'existe pas encore de modèles suffisamment efficaces pour rendre fiables les prévisions à moyen ou long terme; de plus, une partie des phénomènes considérés relève de ce que l'on appelle le chaos.

principe d'Archimède: tout corps plongé dans un fluide éprouve de ce fait une poussée verticale, dirigée de bas en haut, égale au poids du fluide qu'il déplace, et appliquée au centre de gravité du fluide déplacé (centre de poussée).

principe d'identité: principe fondamental de la cohérence de la pensée qui s'énonce "A est A" ou "A = A": ce qui est vrai est vrai, ce qui est faux est faux, ce qui n'est pas n'est pas, ou encore: une même proposition ne peut pas être à la fois vraie et fausse sous le même rapport.

Pour élargir: R. Blanché, La logique et son histoire d'Aristote à Russell, A. Colin, 1882; L. Vax, Lexique Logique, PUF, 1982.

principe d'incertitude d'Heisenberg: principe selon lequel on ne peut, en microphysique, déterminer à la fois la position et la vitesse d'un corpuscule, de sorte que l'état futur de tout système ne peut être prévu qu'en termes de probabilités.

principe de Maupertuis: «Le chemin que tient la lumière est celui pour lequel la quantité d'action est moindre». Maupertuis érige ce principe physique en loi universelle de la nature.

principe de non-contradiction: deux propositions contradictoires ne peuvent être à la fois toutes les deux vraies, ni toutes les deux fausses.

Pour élargir: R. Blanché, La logique et son histoire d'Aristote à Russell, A. Colin, 1882; L. Vax, Lexique Logique, PUF, 1982.

principe du tiers exclu: principe selon lequel, de deux propositions contradictoires, si l'une est vraie, l'autre est fausse, et réciproquement, sans qu'il y ait une troisième possibilité.

Pour élargir: R. Blanché, La logique et son histoire d'Aristote à Russell, A. Colin, 1882; L. Vax, Lexique Logique, PUF, 1982.

prise de risque et audace dans la pratique scientifique: il s'agit là en effet d'un aspect de la recherche sur lequel les épistémologues modernes semblent unanimes. Il peut être intéressant de comparer les propos de Bunge sur cet aspect de la science avec ceux de Popper. Celui-ci a en effet particulièrement insisté sur cet aspect de la science, la prise de risque et l'audace des théories, lui semblant l'une de ses caractéristiques fondamentales.

Voir Popper, Conjectures et Réfutations, Payot, 1985.

probabilité: dans un sens général, la probabilité décrit le caractère d'un fait ou d'une proposition qui semble vraisemblable mais dont on n'a pas la preuve. En mathématiques, "la probabilité est le rapport du nombre de cas favorables au nombre total de cas possibles" (E. Borel). Par exemple, dans un jeu de dés, la probabilité que le dé s'arrête sur une face donnée est de $1/6$. On appelle calcul des probabilités la partie des mathématiques qui étudie les règles selon lesquelles on mesure la probabilité de réalisation d'un événement futur.

Pour élargir: E. Borel, Probabilité et Certitude, PUF, 1963.

profusion de théories: L'idée que la profusion de théories (proposées, non pas en raison de l'intime conviction du chercheur quant à leur vérifiabilité, mais comme simple œuvre de son imagination) est bénéfique pour la science, réapparaît chez Popper; Feyerabend en tirera ensuite les dernières conséquences. Dans Conjectures et Réfutations, page 93 Popper dit: "comment passons-nous d'un énoncé d'observation à une théorie satisfaisante?... La réponse à cette question est celle-ci: nous nous saisissons de n'importe quelle théorie et nous la soumettons à des tests, afin de découvrir si elle est satisfaisante ou non". Plus loin, p. 157 il ajoute: "Pour la conception de la science que j'essaie de défendre ici, cette caractéristique (la force libératrice de la science), tient au fait que les savants (depuis Thalès, Démocrite, le Timée de Platon et Aristarque) ont

eu l'audace d'inventer des mythes, des conjectures ou des théories qui s'opposent de manière frappante au monde quotidien de l'expérience commune et étaient cependant en mesure d'en expliquer certains aspects... De semblables théories conserveraient leur importance même si elles ne servaient qu'à exercer notre imagination". De cet aspect de la philosophie de Popper, celle de Feyerabend reprend la première partie, c'est-à-dire l'idée du caractère bénéfique de la profusion, mais conteste la deuxième partie, qui est la nécessité d'éliminer une partie des théories; dans l'anarchisme épistémologique, tel qu'il s'exprime dans son œuvre P. Feyerabend, *Contre la Méthode*, p. 20 et 25 "tout est bon" (anything goes).

prognose: étude ou connaissance de l'évolution d'une maladie.

prophétie: annonce d'un événement futur faite par intuition ou pressentiment.

proposition: synonyme d'énoncé, ce terme est employé en épistémologie pour désigner également un ensemble d'énoncés qui nous est proposé comme un savoir. Les hypothèses et les théories sont des propositions.

propositions contradictoires: propositions qui, ayant même sujet et même attribut, diffèrent en quantité (universelle ou particulière) et en qualité, (affirmative ou négative) la première étant universelle et affirmative, et la seconde particulière et négative ("tout homme est mortel" est la contradictoire de "il y a au moins un homme qui n'est pas mortel", et vice-versa), ou bien la première étant universelle et négative et la seconde particulière et affirmative ("aucun homme n'est mortel" est la contradictoire de "au moins un homme est mortel", et vice versa). Aristote et les scolastiques étudièrent en détail les formes d'opposition entre les propositions.

Voir tableau d'oppositions.

Pour élargir: R. Blanché, *La logique et son histoire d'Aristote à Russell*, A. Colin, 1882; L. Vax, *Lexique Logique*, PUF, 1982.;

Psychanalyse: théorie psychologique et méthode thérapeutique dues à S. Freud, basées sur l'idée fondamentale selon laquelle, derrière notre psychisme conscient, il y a une foule de comportements qui sont logés dans une dimension inconsciente de notre psychisme, où ils sont refoulés par une censure, mais qui se manifestent dans notre comportement, provoquant souvent des troubles. À travers l'interprétation du discours, du comportement et des rêves, le spécialiste peut induire le malade à

amener au niveau de la conscience les causes des troubles (catharsis). Le facteur sexuel (libido) apparaît comme déterminant dans le refoulement vers l'inconscient; ce statut de la sexualité prendra au long de la théorie de Freud des formes plus au moins nuancées. La découverte par Freud du rôle fondamental des premières années d'existence dans la constitution du comportement adulte est particulièrement importante. Philosophiquement, la psychanalyse en attribuant l'essentiel de notre comportement à des facteurs inconscients a été comparée à une révolution semblable à celles de Copernic et de Darwin.

Pour élargir: D. Lagache, *La Psychanalyse*, PUF, 1982.

psychologie comme science: Dans l'Antiquité grecque, la psychologie est la partie de la philosophie qui étudie l'âme en tant que principe métaphysique de certains corps. Le problème fondamental qu'elle doit résoudre est celui des rapports entre l'âme et le corps. Cette problématique a peu à peu régressé du fait de l'exigence d'une étude empirique portant non pas sur l'âme, mais sur le comportement. L'indépendance de la psychologie par rapport à ses attaches métaphysiques et philosophiques s'est accomplie surtout au XIXe siècle. Cette nouvelle psychologie scientifique se distingue de la psychologie philosophique aussi bien par son objet que par sa méthode, qui consiste essentiellement à soumettre des hypothèses à l'épreuve des faits. On peut situer le départ de cette psychologie, notamment, dans les travaux de W. Wundt; celui-ci conçoit la psychologie comme une science expérimentale, redevable des données de l'expérience; cette notion qui signifie toutefois non seulement l'expérience externe, mais aussi l'expérience interne, c'est-à-dire l'observation par le sujet de son propre vécu.

Pour élargir: M. Reuchlin, *Histoire de la psychologie*, PUF, 1969.

psychologie de la connaissance: le processus de la connaissance peut être abordé de différents points de vue: lorsque l'on s'interroge, par exemple, sur les formes de la connaissance ou sur ses sources, on fait de la théorie de la connaissance ou gnoséologie. Lorsque l'on étudie les processus de la pensée, on fait de la logique. Lorsque l'on s'intéresse à des questions telles que les motivations individuelles de la recherche ou les phénomènes subjectifs qui y interviennent, ces interrogations relèvent de la psychologie de la connaissance. Lorsque l'on considère les facteurs sociaux qui entourent la recherche ou la connaissance, les questions traitées relèvent du domaine de la sociologie de la connaissance.

Quelques travaux de Piaget se situent dans la ligne de la psychologie de la connaissance.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

psychologie sociale: étude des mécanismes psychologiques propres aux phénomènes grégaires, partant du principe que le comportement des groupes, et à plus forte raison celui des masses, n'est pas la simple addition ou superposition des comportements individuels, mais répond à des mécanismes spécifiques dont l'intelligence constitue son objet. Parmi ses méthodes, on distingue les méthodes non expérimentales (entretiens, questionnaires, observations, sociométrie etc.), et les méthodes expérimentales, qui introduisent des modifications délibérées à l'intérieur d'un groupe, et comparent le comportement de celui-ci avec celui d'un autre groupe dans lequel cette modification n'a pas été introduite.

Pour élargir: J. Maisonneuve, Psychologie sociale, PUF, 1950.

psychophysiologie: branche de la psychologie qui étudie les rapports existant entre les comportements et, éventuellement, les activités mentales de l'homme avec les processus physiologiques sous-jacents.

Pour élargir: J. Delay, La Psychophysiologie humaine, PUF, 1945.

quanta: au singulier quantum, désigne, au sens propre, une "quantité déterminée"; en général ce terme est utilisé pour décrire les quantités élémentaires d'une grandeur qui varie de façon discontinue. En particulier, on a désigné ainsi l'énergie du photon qui est le "grain de lumière" élémentaire.

quantification, quantificateur: soient les énoncés "Socrate est mortel", "La Terre tourne autour du Soleil". Ils sont susceptibles, d'après leur structure, d'être symbolisés par des symboles p et q . Mais si nous décomposons leur structure cette symbolisation ne suffit pas. Nous trouvons dans nos exemples deux éléments: le sujet et le prédicat. Frege propose comme convention que les sujets soient exprimés en lettres minuscules et les prédicats en lettres majuscules. Ainsi nos deux énoncés s'écrivent sous la forme Fx . Soit par exemple l'énoncé "César fut assassiné par Brutus"; cet énoncé admet deux formulations: Fx où x désigne César et F désigne le prédicat "fut assassiné par Brutus"; mais aussi Fxy , où x remplace César, y remplace Brutus et F remplace "être

assassiné par”. Ces schémas s'appellent schémas quantificationnels atomiques. Moyennant l'introduction de connecteurs, ils peuvent être soumis à un calcul qui reçoit le nom de calcul des prédicats. Ce calcul introduit également la différence entre propositions universelles et existentielles, au moyen de quantificateurs spécifiques. La proposition “tous les hommes sont mortels” peut être symbolisée ainsi: $(x) Fx$, que l'on peut lire “pour tout x, si x est homme, alors il est mortel”. Si je dis par contre “Il existe un objet beau” cette proposition exige un quantificateur individuel: $(Ex) Fx$ que l'on peut lire “il existe au moins un x qui est F”.

Pour élargir: R. Blanche, Introduction à la logique contemporaine, A. Colin, 1968, Ch. 5.

rationalisme: position gnoséologique selon laquelle la source et la justification ultime de nos connaissances réside dans la faculté de raisonner, mais postulant aussi la possibilité et la validité des connaissances qui agissent indépendamment de l'expérience (par exemple des connaissances métaphysiques). Le rationalisme fait dépendre les connaissances de principes ou idées a priori qui sont des facultés innées de notre entendement. Nous trouvons chez Platon la version la plus pure du rationalisme; dans la modernité, ce rationalisme sans nuance est représenté par Descartes. À leur côté, nous trouvons des variantes critiques, notamment celle de Kant, selon laquelle la connaissance est le résultat de l'interaction entre des structures de l'entendement existant a priori, et s'appliquant à une réalité extérieure qu'elles organisent. Hegel représente une forme extrême de rationalisme: pour lui la pensée rationnelle est capable d'atteindre la vérité absolue dans la mesure où ses lois sont également celles auxquelles obéit le réel (“tout ce qui est rationnel est réel et tout ce qui est réel est rationnel”).

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

réalisme: doctrine métaphysique selon laquelle il existe une réalité extérieure indépendante des actes par lesquels nous la connaissons. Ce réalisme naïf ou dogmatique est le plus souvent nuancé en philosophie par des éléments critiques, car il est très difficile de ne pas admettre qu'au moins certaines particularités de la réalité dépendent étroitement de la conscience qui les perçoit. Même si ce réalisme (critique) fait la

différence entre le sujet et l'objet, il admet que la perception est un reflet fidèle de l'objet et pas une construction "subjectiviste" ou "idéaliste".

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

recherche opérationnelle: partie des mathématiques appliquées dont l'objectif est l'étude scientifique des processus et des méthodes d'un domaine d'activité (souvent industriel et, à l'origine, militaire), afin d'en accroître l'efficacité. La recherche opérationnelle utilise les probabilités, la programmation linéaire, les techniques d'optimisation, etc.

Pour élargir: R. Faure, J.-P. Boss et A. le Garff, La recherche opérationnelle, PUF 1980.

reconstruction conceptuelle du monde: il s'agit de la version gnoséologique de la réalité, c'est-à-dire celle qui est le résultat de sa compréhension par l'intelligence à travers des concepts.

réduction, réductionnisme: dans un sens philosophique et général, la réduction est l'acte ou l'opération qui consiste à transformer quelque chose en une autre chose que l'on considère antérieure ou plus fondamentale. Au long de l'histoire de la philosophie on trouve de nombreuses théories réductionnistes; celles-ci se résument en l'idée qu'un objet ou une réalité déterminée n'est qu'une autre réalité que l'on considère "plus réelle" ou "fondatrice" de la première. On a par exemple interprété la philosophie de Marx comme une réduction de la réalité à l'un de ses aspects: la matière, et, inversement, on peut interpréter la philosophie de Hegel comme une réduction de la réalité à l'un de ses aspects: l'esprit. Il s'agit dans les deux cas d'un réductionnisme que nous pouvons appeler ontologique. À côté, nous pouvons reconnaître un réductionnisme épistémologique, par exemple la réduction de la psychologie à la physiologie, de celle-ci à la chimie et de celle-ci à la physique. Un réductionnisme naturaliste à outrance est particulièrement vivant dans la biologie moléculaire.

Pour élargir: C. Hempel, Éléments d'épistémologie, A. Colin édition, 1972, Ch. 8.

réductionnisme naturaliste: ce réductionnisme à outrance est particulièrement vivant dans la biologie moléculaire. Voir réduction.

référent: en linguistique, ce à quoi renvoie un signe. En épistémologie, ce à quoi se réfère une loi.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

réflexe: Il convient de faire la distinction entre:

a) réflexe naturel ou inné: réaction immédiate, involontaire et indéterminée de l'organisme, qui se produit automatiquement, en vertu de connexions préétablies dans le système nerveux, à la suite de l'excitation du nerf sensitif. Par exemple le réflexe pupillaire, le réflexe de succion.

b) réflexe conditionné: réflexe qui, provoqué d'abord par une excitation A, accompagnée d'une excitation B, se déclenche ensuite à la seule manifestation de B. L'exemple classique est le suivant: on présente un aliment à un chien de façon répétée en accompagnant régulièrement cet acte par un même son; par la répétition de cette association aliment-son, au bout d'un certain temps le son déclenché tout seul, sans être accompagné de l'aliment, finit par provoquer chez le chien la réaction (réflexe salivaire) qui relevait normalement de la vue de l'aliment. C'est le physiologiste et médecin russe Pavlov qui entreprit l'étude systématique et scientifique des réflexes conditionnés, surtout sur les animaux, étude qui donna lieu à des conclusions générales sur le comportement animal et humain, qui fonctionnerait en grande partie par des réflexes conditionnés de différents degrés de complexité.

règle métanomologique: Plus haut (page 160) Bunge définit ce type de règle comme désignant tout principe général relatif à la forme et/ou la portée des énoncés de loi appartenant à une quelconque branche de la science factuelle.

règle nomopragmatique: plus haut (page 159) Bunge a défini ce type de règle comme étant celle au moyen de laquelle on peut régler (avec succès ou non) un comportement.

règles de correspondance: voir langage observationnel

règles de désignation: il s'agit de règles sémantiques établissant la signification des signes.

règles de formation: règles syntaxiques établissant les différentes manières possibles de combiner les signes. Par exemple “le signe qui représente le produit de deux éléments doit apparaître entre ces éléments”.

relatif: qui se rapporte à un objet, qui n’est pas absolu, et donc, plus spécifiquement, qui ne se suffit pas à soi-même et dépend d’un autre terme ou objet; est également relatif ce qui constitue ou concerne une relation entre deux ou plusieurs termes distincts.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

relativisme: d’une façon générale, il s’agit de la position qui soutient le caractère relatif, c’est-à-dire conditionné de la connaissance. À la question “pouvons-nous connaître réellement”, on peut répondre affirmativement ou dogmatiquement sans mettre en cause cette connaissance; on peut au contraire nier toute possibilité de connaître, cas dans lequel on tombe dans le scepticisme. Le relativisme se situe entre ces deux positions extrêmes: pour lui il n’y a pas de connaissance universellement valable; toute vérité a une portée limitée, soit à un sujet, à une époque, à un groupe, etc. Nous trouvons dans l’antiquité des positions relativistes par exemple dans l’enseignement des sophistes. À notre époque, le relativisme est représenté par exemple par la philosophie de Spengler. La pensée de Feyerabend constitue une forme extrême de relativisme épistémologique. On citera également d’autres formes de relativisme: éthique, anthropologique, etc.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

rétrodictions: on parle de rétrodition surtout dans le domaine des sciences historiques. À la lumière des faits récemment découverts, on peut parfois supposer que tel ou tel événement a dû se produire.

révolution industrielle: ensemble de transformations ayant marqué depuis le XVIIIe siècle l’Angleterre d’abord et ensuite tout le monde moderne, avec l’avènement du capitalisme, mais surtout en raison de l’application systématique des résultats de la science aux procédés de production. La machine, notamment la machine à vapeur, introduit un bouleversement: pour la première fois la production dépasse le cadre local ou familial; la production nécessite de grandes concentrations de main d’œuvre: les

usines. Ce phénomène renvoie à un deuxième plan la production agricole. L'utilisation d'une nouvelle source d'énergie, le charbon, et de nouvelles matières premières, essentiellement le fer, ainsi que la naissance de nouvelles classes sociales (la bourgeoisie industrielle et le prolétariat), sont d'autres caractéristiques qui marquent cette période.

révolution scientifique: c'est Thomas Kuhn qui mène à ses dernières conséquences cet aspect de la science consistant en des révolutions successives, et qui en fait la notion centrale de son système. En effet, la notion de révolution définit la nature même de la science. Kuhn distingue deux formes principales de la production scientifique: la science normale et la science révolutionnaire, qui est la science proprement dite; elle produit de grands bouleversements et renverse des idées établies. Dans l'intervalle entre ces révolutions, que représentent par exemple les théories de Lavoisier, de Newton, d'Einstein, il y a tout un domaine d'activité constitué non pas par des renversements mais par les développements ultérieurs de la théorie révolutionnaire: entre les révolutions, autrement dit, il y a la science normale, qui constitue donc une forme mineure de la production scientifique, la science par excellence étant représentée par les grands bouleversements scientifiques.

Pour élargir: T. Kuhn, *La structure des révolutions scientifiques*, Flammarion, 1970.

révolution sidérale ou période de révolution sidérale: intervalle de temps séparant deux passages consécutifs d'une planète, ou d'un satellite, en un point donné de leur orbite.

Romantisme: dans un sens général, il s'agit du mouvement intellectuel qui surgit en Angleterre et en Allemagne, et s'étend ensuite à toute l'Europe, à partir de la fin du XVIIIe siècle, dont les traits principaux sont l'exaltation du sentiment et de l'imagination au détriment de la raison et de la critique. En littérature ses principaux représentants sont Baudelaire, Hugo, Lamartine, Stendhal, Musset. Lalande définit le romantisme en philosophie comme se caractérisant par "une réaction contre l'esprit et les méthodes du XVIIIe siècle, par la défiance et la dépréciation des règles esthétiques ou logiques, par l'apologie de la passion, de l'intuition, de la liberté, de la spontanéité, par l'importance qu'ils attachent à l'idée de la vie et à celle de l'infini". Dans cette ligne se situent des philosophes comme Hegel, Fichte, Schelling.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

roi Arthur: chef britannique à demi légendaire, de la fin du Ve siècle, qui organisa la résistance des Celtes de Grande-Bretagne contre la conquête anglo-saxonne, et dont la vie et les aventures inspirèrent très souvent la littérature. Ici Bunge fait allusion à l'œuvre de Mark Twain *Un Yankee à la cour du roi Arthur* et aux chevaliers qui chevauchaient à tâtons à la recherche du saint Graal, relique sacrée, selon la tradition romanesque (coupe où Joseph aurait recueilli le sang du Christ).

scepticisme: du grec *skeptikos*, qui observe, réfléchit, examine. Au un sens large, ce mot désigne l'attitude de ceux qui nient la possibilité d'atteindre un but, ce but étant, en philosophie, une connaissance.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

sciences appliquées: Il s'agit de sciences telles que la médecine, l'ingénierie, etc., c'est-à-dire des branches issues des sciences pures et dont l'objectif est d'ordre pratique.

sciences de la science: Il y a différentes manières d'aborder la science. Bien que leur distinction ne soit pas toujours facile, parce que le plus souvent leurs perspectives s'entrecroisent et se superposent, il est possible de désigner ces différentes approches comme suit: histoire de la science, logique de la science, épistémologie, philosophie de la science, méthodologie, psychologie de la science, sociologie de la science.

sciences empiriques et sciences de raison: on doit une telle division à Hobbes, qui distingue entre sciences de faits et sciences de raison; les premières comprennent l'histoire et les sciences empiriques, les deuxièmes la logique et les mathématiques.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

sciences inductives et déductives: on doit une telle classification notamment à Whewell; celui-ci propose en réalité au fil de son œuvre plusieurs divisions de la science; il donne le nom de sciences inductives aux sciences expérimentales, par opposition aux sciences déductives.

L'utilisation du terme de sciences inductives est à l'origine de malentendus épistémologiques, dans la mesure où il conduit à penser que les sciences expérimentales procèdent par induction, alors que, dans l'esprit de Whewell, ce qui caractérise la science empirique n'est ni l'induction, ni la déduction, mais la méthode expérimentale, pour laquelle ces deux procédés, parmi bien d'autres (invention, analogie, etc.) interviennent dans la construction du savoir. Whewell appelle sciences inductives, tout simplement les "sciences qui ne procèdent pas comme les mathématiques". Ce malentendu fut déjà signalé par A. De Morgan, contemporain de Whewell. De Morgan exprime déjà la nécessité de créer un mot nouveau au lieu de redéfinir un mot ancien dont la signification était déjà fortement enracinée. Sensible à ces critiques, Whewell finira par remplacer l'expression "philosophie de l'induction", qui désignait ses recherches sur la méthode de la science, par celle de "philosophie de la découverte".

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

sciences naturelles et culturelles: on doit une telle division notamment à Dilthey; celui-ci reconnaît deux grands groupes de sciences: les sciences naturelles et les sciences de l'esprit, qu'il appelle aussi culturelles, humanistes, ou morales et politiques.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

scientisme: désigne l'attitude ou plutôt l'idéologie d'après laquelle la science serait le seul modèle valide de connaissance, et d'après laquelle tous les problèmes qui se posent à l'homme sont susceptibles de traitement et de solution par la science. Le chimiste Marcelin Berthelot, qui s'inscrit dans cette ligne, exprime ainsi cette confiance dogmatique: "Le triomphe universel de la science arrivera à assurer aux hommes le maximum de bonheur et de moralité" (Science et morale) ou encore: "... tout relève de la connaissance de la vérité et des méthodes scientifiques par lesquelles on l'acquiert et on la propage: la politique, l'art, la vie morale des hommes, aussi bien que leur industrie et leur vie pratique" (Ibid.). Ernest Renan dit: "Oui, il viendra un jour où l'humanité ne croira plus, mais elle saura, un jour où elle saura le monde métaphysique et

moral comme elle sait déjà le monde physique, un jour où le gouvernement de l'humanité ne sera plus livré au hasard et à l'intrigue, mais à la discussion rationnelle du meilleur et des moyens les plus efficaces de l'atteindre". (L'avenir de la science).

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

scolastique: nom sous lequel on désigne la philosophie médiévale telle qu'elle était enseignée dans les écoles ecclésiastiques et les universités du IXe au XVIIe siècles. Son représentant le plus marquant est Saint Thomas d'Aquin. Ce qui caractérise cette philosophie est son rattachement à la théologie et sa volonté de concilier la religion et la raison, représentée par la philosophie d'Aristote. Au fur et à mesure de son développement, la scolastique a évolué vers des discussions de plus en plus abstraites et verbalistes; par extension, il arrive que l'on utilise ce terme dans un sens péjoratif: dans ce sens, est "scolastique" toute pensée inutilement complexe ou sophistiquée et tout raisonnement sclérosé.

Pour élargir: E. Gilson, La philosophie au Moyen-Age, Payot, 1930.

sémantique: branche de la linguistique qui étudie le sens des unités linguistiques. En logique, il s'agit de l'étude des propositions d'une théorie déductive du point de vue de leur vérité ou de leur fausseté. La sémantique traite de l'interprétation et de la signification des systèmes formels, par opposition à la syntaxe qui traite des relations purement formelles entre les signes ou entre les systèmes. Si la syntaxe s'occupe de la relation signe-signé, la sémantique se préoccupe de la relation signe-monde.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

sémiotique ou sémiologie: étymologiquement la sémiologie est la science des signes; et le premier usage fut médical (étude des symptômes). Cette discipline devient une science à partir des travaux de Peirce, Ogden et Richard et Morris. Ce dernier définit la sémiotique comme la science générale des signes, et établit des concepts fondamentaux dont ceux de: interprète (celui pour qui quelque chose est un signe), interprétant (disposition pour répondre à un signe en tant que tel) denotatum (ce que

le signe véhicule) et dénotation (capacité de véhiculer un message) et signification (contenu de ce message).

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

sensible: le mot sensible a ici, et souvent en philosophie, le sens de relatif au sens ou à la perception.

sociologie comme science: la fondation de la sociologie en tant que science est due à Auguste Comte. Jusqu'alors, les recherches sur la société étaient intimement liées à des spéculations philosophiques. Avec Comte, qui en élabore d'ailleurs le nom, la sociologie devient une science "positive" dotée d'un objet et de méthodes propres. C'est par la reconnaissance de la spécificité du social, en tant qu'entité autonome et non pas en tant qu'addition d'individus, avec des lois et un fonctionnement propres, que l'accès de la sociologie au rang de science est possible.

Pour élargir: G. Boutoul, Histoire de la sociologie, PUF, 1961.

sociologie de la connaissance: si les réflexions sur la science et sur les conditions sociales qui l'accompagnent apparaissent de nombreuses fois dans l'histoire de la pensée (Bacon, Comte, Marx, etc.), cette discipline apparaît au début du XXe siècle. L'apport de Gurvitch est particulièrement important; il la définit comme l'étude des rapports ou des corrélations fonctionnelles entre les divers cadres sociaux (sociétés, classes, groupes) et types de connaissance (technique, politique, scientifique), d'un côté, et les formes de connaissance (métaphysique, positive, etc.), de l'autre. Dans son article *A critical examination of the new sociology of sciences*, Bunge définit cette discipline comme la branche de la sociologie qui étudie les influences de la société sur la recherche scientifique, ainsi que l'impact de celle-ci sur la société. Elle fut admise officiellement comme une branche de la sociologie vers 1950, en raison des travaux de R. Merton dont les recherches changèrent la direction exclusivement "internaliste" de l'épistémologie. Celle-ci situait le moteur de la recherche dans des facteurs tels que la curiosité et négligeait les aspects qui stimulent ou inhibent celle-ci. Tout faisait croire, ajoute Bunge, que l'on s'acheminait vers une heureuse synthèse d'"internalisme" et d'"externalisme", mais une nouvelle attitude se manifesta, qui privilégiait et exagérait même le rôle des facteurs externes

en faisant de la science un épiphénomène des facteurs sociaux et non plus une quête de la vérité, soumise à une exigence d'objectivité. Les prophètes de cette attitude furent Kuhn et Feyerabend. Dans ce même travail, Bunge dénonce le caractère caricatural de cette attitude dans les travaux de Bruno Latour. On pourra consulter l'article: Une caricature de la science, la très nouvelle sociologie de la science, éditions Vigdor 1997.

sophistique: ce terme peut être compris de deux manières: comme un mouvement intellectuel qui s'est développé en Grèce au Ve siècle av. J.-C. ou comme une constante dans l'histoire de la pensée. En tant que mouvement intellectuel, il s'agit d'un exercice particulier de la philosophie qui met plus l'accent sur la dimension de la persuasion que sur celle de la réflexion. Les sophistes répondent à une exigence sociale de l'époque; ils vendent leur enseignement et forment leurs disciples plus à la rhétorique qu'à la spéculation; ceci ne veut pas dire que leur enseignement ait été dépourvu de toute réflexion ou de toute idée neuve. Nous trouvons par exemple dans la figure de Protagoras d'Abdère une philosophie novatrice: le relativisme. Cet ensemble d'activités furent condamnés par Platon et Aristote; ceux-ci dénoncent la capacité des sophistes de défendre avec la même conviction et indistinctement n'importe quelle thèse, et ceci souvent par des arguments habiles mais de mauvaise foi. Ces critiques contribuèrent ainsi à donner à la notion de sophiste et à celle de sophistique, le sens péjoratif qu'il allait acquérir, à savoir celui de fallacieux, de spécieux et de rhétorique (dans le mauvais sens du terme).

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

spécifique: dans un sens large, ce qui caractérise l'espèce et qui est commun à tous les individus de cette espèce. Par exemple la raison est spécifique à l'homme.

station centrale: cerveau ou moelle épinière, suivant la partie du corps concernée.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

statistique: à l'origine c'est la science qualitative plus que quantitative de l'État (étendue, population, agriculture, industrie, commerce). Cette

statistique descriptive s'est enrichie d'une théorie permettant d'analyser les informations obtenues comme, par exemple, l'analyse des données, dont l'usage est facilité par les moyens de calcul récents; d'autre part l'utilisation des résultats de la théorie des probabilités a permis le développement de méthodes d'échantillonnage et d'étalonnage.

Pour élargir: A. Vessereau, La statistique, PUF, 1968.

stoïcisme: école de pensée gréco-romaine, mais aussi une conception de la vie et du monde, qui réapparaît comme une constante au long de l'histoire de la philosophie. En tant qu'écoles, il faut distinguer un stoïcisme ancien (315 av. J.-C.), un stoïcisme moyen (IIe et Ie siècles av. J.-C.) et un stoïcisme nouveau (Ier et IIe siècles) dont la figure principale est Sénèque. En faisant abstraction des différences entre ces périodes, on peut trouver des traits communs au stoïcisme. On peut reconnaître une triple préoccupation: logique, physique et éthique. Les recherches logiques ignorées pendant longtemps ont été récemment reconnues comme ayant jeté les bases de la logique des propositions et comme ayant contribué à l'élaboration des règles d'inférence. Mais l'aspect le plus connu de cette école est l'éthique dont les thèmes principaux sont: la pratique permanente de la vertu, la recherche du bonheur par l'exercice de la vertu et non pas par la recherche des biens externes à l'âme, l'accord des actes avec la raison, autrement dit avec la nature, l'acceptation du destin, le combat des forces de la passion. Ces idéaux n'empêchèrent pas toutefois l'exercice d'une critique sociale et politique et la recherche de réformes.

Pour élargir: J. Brun, Le Stoïcisme, PUF 1958.

subjectivisme: dans un sens général, il s'agit de la réduction d'un jugement au sujet qui juge; cette notion implique une limitation de la validité d'un tel énoncé. Dans son sens le plus usuel, le mot subjectivisme prend un sens péjoratif: il est considéré comme une forme extrême de relativisme, niant la possibilité d'une connaissance réelle, c'est-à-dire objective de la réalité.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

syllogisme: l'exemple classique de syllogisme est le suivant:

Tous les hommes sont mortels, Socrate est homme, donc Socrate est mortel.

Il s'agit donc d'un raisonnement dans lequel, à partir de deux prémisses, on tire une conclusion. Les prémisses sont des propositions mettant en rapport des "termes", liés par des relations d'appartenance.

«Socrate» appartient à l'ensemble des hommes et l'ensemble des hommes est inclus dans celui des êtres mortels. Cette gradation se reflète dans la disposition des termes: "petit terme", "moyen terme" et "grand terme"; le "moyen terme" étant le pivot du syllogisme puisque c'est du fait qu'il contient et qu'il est contenu, que le syllogisme peut s'articuler. Aristote a divisé les syllogismes en catégoriques, hypothétiques et disjonctifs suivant le caractère de la prémisses majeure (la prémisses contenant les moyen et grand terme), ces trois figures pouvant elles-mêmes se subdiviser mécaniquement en seize modes, dont seuls certains sont corrects.

Pour élargir: R. Blanché, La logique et son histoire d'Aristote à Russell, A. Colin, 1882; L. Vax, Lexique Logique, PUF, 1982.

synoptikos: Dans le Livre VII de la République, Platon définit la science (ou dialectique) comme l'accès de l'esprit à l'essence (ou l'idée) de chaque chose; mais ce type de connaissance n'épuise pas le travail du dialecticien (ou philosophe); parvenu à ce stade, il doit être capable de voir les choses et les êtres autrement que comme posés les uns à côté des autres; il doit être capable de dépasser cette vue analytique et de saisir toute la réalité dans une vue synoptique, grâce à laquelle tout lui apparaît à la lumière d'un sens suprême, qui est le Bien. Le dialecticien devient au degré le plus élevé de la connaissance, synoptikos.

syntaxe: partie de la grammaire qui décrit les règles par lesquelles les unités linguistiques se combinent en phrases. En logique, étude des relations formelles entre expressions d'un langage.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

systematicité: propriété de ce qui peut constituer un système ou s'intégrer à un système. Dans certains cas, cette notion peut prendre un sens péjoratif, par exemple lorsqu'il est question de grands systèmes qui

prétendent expliquer ou rendre compte de l'ensemble de la réalité et qui en fait ne font que la réduire.

systeme: ensemble d'idées dont les éléments sont solidaires et interdépendants, par exemple le système de Platon ou la géométrie euclidienne. En science et en philosophie, un système est un enchaînement d'idées ou de propositions tel que les unes découlent logiquement des autres, et dont le critère logique de validité est la cohérence.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

systeme isolé: se dit en physique d'un système ne pouvant échanger ni matière ni énergie avec l'extérieur, contrairement à un système ouvert, susceptible d'interactions avec d'autres systèmes.

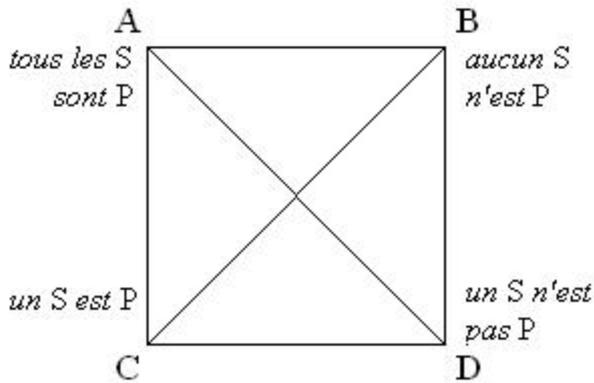
systeme nerveux: ensemble des nerfs, ganglions et centres nerveux qui assurent la commande et la coordination des fonctions vitales et la réception des messages sensoriels: appareil récepteur, nerf afférent, station centrale, nerf efférent, organe récepteur.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

systeme ptolémaïque:



tableau des oppositions:



AB propositions contraires

CD propositions subcontraires

AC et BD propositions subalternes

AD et BC propositions contradictoires

tautologie: proposition dans laquelle le prédicat, ou attribut, répète ce qu'exprime le sujet, soit en termes identiques, soit en termes équivalents. Par exemple "A est A", "le triangle a trois angles".

Pour élargir: R. Blanché, La logique et son histoire d'Aristote à Russell, A. Colin, 1882; L. Vax, Lexique Logique, PUF, 1982.

technologie: sous l'influence de la langue anglaise, ce terme désigne la technique moderne à partir, disons, du XIXe siècle, dans ce que celle-ci doit au savoir scientifique, contrairement au terme technique qui désigne plutôt un ensemble de recettes empiriques et pratiques et non pas un savoir.

téléologie: qqdu grec telos, fin et logos, étude; connaissance ou étude de la finalité ou du finalisme; téléologique, désigne l'attitude qui consiste à éclairer un fait ou un phénomène à la lumière des buts ou des fins qu'il poursuit ou qu'il atteint, en opposition à l'attitude mécaniciste.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

télescope, anecdote: Bunge fait allusion ici à deux intellectuels de l'époque, Cremonini et Libri. On comprendra mieux l'attitude de ceux-ci dans le contexte qui entoura l'apparition du télescope de Galilée.

Le télescope ne fut pas inventé par Galilée, mais il le perfectionna pour le rendre apte à l'observation du ciel. Le grossissement des télescopes existants étant de neuf fois, Galilée réussit, "n'épargnant ni peine ni

dépense, à construire un instrument tellement supérieur que les objets vus à travers apparaissent grossis mille fois, et plus de trente fois plus proches que vus par les seules forces naturelles de l'œil". C'est ainsi que Galilée s'exprime dans *Sidereus Nuncius*, paru en 1610, son premier écrit scientifique; celui-ci annonçait également des découvertes astronomiques "que nul mortel n'avait vues auparavant". Il s'agissait d'observations concernant le caractère accidenté et non pas lisse et uniforme de la surface de la Lune, la multiplication par dix du nombre des étoiles que l'on pouvait observer et, surtout, la découverte des quatre satellites de Jupiter.

Toutefois, les réactions que soulevèrent ces découvertes furent empreintes de scepticisme; celui-ci porta moins sur les annonces faites par Galilée que sur la fiabilité et la crédibilité du télescope. Galilée fut invité par des savants de l'époque à faire des démonstrations qui ne convainquirent pas les personnalités présentes, parmi lesquelles Magini, son rival, et le mathématicien Clavius. Un autre invité, Cremonini, maître de philosophie à Padoue, refusa de regarder et Libri, son confrère en fit autant. À sa mort, quelque temps après, Galilée proféra un sarcasme célèbre: "Libri n'a pas voulu voir mes célestes babioles quand il était sur la terre, peut-être voudra-t-il, maintenant qu'il est au ciel".

(Nous résumons ici les circonstances qui entourèrent l'utilisation du télescope par Galilée, retracées par Arthur Koestler dans *Les Somnambules*, qui cite également les passages que nous reproduisons).

tendance historique: propension telle que l'urbanisation, l'industrialisation, l'alphabétisation, l'élargissement des droits civiques, la décolonisation, etc...

théorème: du grec *theôrema*, de *theôrein*, contempler. Proposition qui peut être démontrée, c'est-à-dire qui découle par des principes logiques d'autres propositions déjà démontrées, ou des axiomes admis. Par exemple le postulat d'Euclide qui énonce que "d'un point extérieur à une droite on peut mener une parallèle et une seule à celle-ci", n'est pas un théorème car il ne découle pas des autres propositions de la géométrie classique, tandis que le théorème de Pythagore qui découle des autres propositions de la géométrie euclidienne, est un théorème.

Théorème de Pythagore: dans un triangle rectangle, le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des deux autres côtés.

théorie: la signification première du mot théorie est contemplation. Par théorie, on entend de nos jours une construction intellectuelle qui résulte d'un travail de réflexion philosophique ou de recherche scientifique, afin d'expliquer ou de rendre compte d'une manière ou d'une autre d'une réalité donnée. Le critère de validité d'une théorie scientifique est, outre sa cohérence interne, sa vérification ou démonstration expérimentale, et la possibilité de pouvoir la dépasser, pour l'améliorer ou la remplacer.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

théorie de l'information: théorie mathématique due à Shannon (1948) et qui a pour objet la transmission de messages ou signaux et la communication de l'information; elle détermine l'information en termes quantitatifs: plus le message contient d'information inédite pour le récepteur, plus celle-ci est riche. Dans ce système, la mesure de la quantité d'informations est exprimée en unités appelées bits: lorsqu'un événement a une chance sur deux de se produire, l'information est évaluée à un bit.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

Théorie de la relativité: il n'existe pas de système fixe et universel par rapport auquel on puisse mesurer un mouvement; le mouvement, du point de vue de l'expérience possible, apparaît toujours comme le mouvement relatif à un point de référence. En conséquence, espace et temps ne sont plus des entités absolues, mais sont soumis au principe relativiste. Parmi les résultats qui en découlent, les plus importants sont: la vitesse de la lumière est constante et c'est la vitesse maximale possible dans l'univers; la masse augmente avec la vitesse; l'énergie est égale à la masse multipliée par le carré de la vitesse de la lumière; le temps diminue avec la vitesse. Einstein formule également le principe de l'équivalence de la masse et de l'énergie, fondamental en physique atomique. En 1916, Einstein élabore sa théorie généralisée de la relativité: le principe relativiste est étendu aux systèmes en mouvement non uniformément accéléré. Des conséquences de cette généralisation sont: l'équivalence de la gravitation et de l'inertie; l'affirmation de l'existence de champs gravitationnels et l'élimination de la notion obscure d'action à distance;

l'affirmation du caractère courbe de l'espace, affirmation qui permet une physicalisation de la géométrie parallèle à une géométrisation de la physique. Finalement en 1950, la théorie unifiée du champ étend ces principes au niveau atomique et aux phénomènes électromagnétiques.

Pour élargir: A. Einstein, La théorie de la Relativité restreinte et générale, exposé élémentaire. Gauthier-Villars, 1969; Lincoln Barnett, Einstein et l'univers, Gallimard, 1951.

Théorie des descriptions de Russell: les descriptions sont des propositions qui commencent par les articles définis "le" ou "la". Exemple "le roi de Suède" ou "l'auteur du Quichotte". Certains énoncés contenant des descriptions sont vrais et d'autres faux, par exemple "le roi de Suède est un roi constitutionnel" est une proposition vraie; "l'auteur du Quichotte est français" est une proposition fautive. La théorie des descriptions a pour but d'établir certaines conditions permettant de déterminer si un énoncé dans lequel apparaît une description est vrai ou faux. Pour que l'énoncé soit vrai, il faut a) que le sujet soit défini de manière univoque et b) qu'il possède effectivement la propriété énoncée. On dira ainsi que la proposition "le Président de l'Angleterre est sympathique" est fautive parce qu'il n'y a pas de président en Angleterre et que la proposition "l'auteur de l'Encyclopédie n'était pas analphabète" est fautive parce qu'il n'y a pas un seul auteur de l'Encyclopédie. Quant à la proposition "L'auteur du Quichotte est français" elle est fautive parce qu'il y a bien un auteur du Quichotte, mais il est espagnol.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

Théorie des groupes: partie des mathématiques qui étudie des ensembles munis d'opérations dites "internes" (c'est-à-dire telles que le composé de deux éléments de cet ensemble appartient à l'ensemble) et pour lesquelles tout élément possède un symétrique dans l'ensemble (qui représente en quelque sorte l'opération inverse). Les groupes se révèlent très utiles pour décrire les "symétries" qui caractérisent un ensemble (par exemple des cristaux) ou des propriétés physiques (le groupe dit de Lorentz est caractéristique du type de symétrie autorisé par la théorie de la relativité).

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

Théorie des types de Russell: Russell distingue différents types ou niveaux logiques. Ainsi, soient les objets X et Y: ils se situent à un niveau logique (ou type) zéro. Si nous parlons de ces objets, par exemple “X est noir”, ou “Y est vieux”, nous obtenons des énoncés qui se situent à un niveau ou type 1. Nous pouvons également parler des propriétés elles-mêmes, par exemple “le noir est une couleur”; nous nous trouvons ici à un niveau 2 (type 2). D’après Russell les paradoxes peuvent s’expliquer comme des propositions qui mélangent des niveaux ou des types logiques; du reste, c’est pour résoudre le problème posé par les paradoxes qu’il a développé cette théorie.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

Théorie corpusculaire et théorie ondulatoire de la lumière: Il y a eu dans la physique classique deux théories de la lumière: l’une, la théorie corpusculaire due entre autres à Newton qui considère la lumière comme une substance; pour l’autre, la théorie ondulatoire due à Huygens, la lumière est une onde et non une substance; elle se définit comme un transport d’énergie. Pour la théorie corpusculaire, les diverses couleurs correspondent à divers corpuscules, alors que pour la théorie ondulatoire, il s’agit de longueurs d’ondes différentes. Des phénomènes comme la diffraction (déviation de la propagation rectiligne quand de petits trous sont placés sur le chemin de l’onde lumineuse – voir les fameuses “fentes de Young”- et les interférences (phénomènes de superposition et d’annulation d’ondes issues de sources différentes, que l’on peut constater par exemple lorsque on crée dans un bassin deux familles différentes de vagues circulaires concentriques), ont mené à la victoire de la théorie ondulatoire sur la théorie corpusculaire. Plus récemment, la théorie des quanta, qui identifie la lumière à un déplacement de particules appelées photons, peut mener à une sorte de synthèse, puis à un dépassement de ces deux points de vue.

Pour élargir: A. Einstein et L. Infeld, L’évolution des idées en physique, Payot, 1963.

thermodynamique: il s’agit de la partie de la physique qui s’intéresse aux phénomènes liés à la température et à la chaleur.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

topologie: partie des mathématiques qui s'intéresse à la notion de proximité et de position des éléments les uns par rapport aux autres. La topologie s'intéresse particulièrement aux propriétés conservées par déformation continue des figures; ainsi, pour la topologie, une sphère et un ballon ovale sont "de même nature", tandis qu'un tore (forme d'une chambre à air) est de même nature qu'une tasse à une anse.

Pour élargir: A. Delachet, La Topologie, PUF 1978.

transcendant: en philosophie ce terme désigne la propriété ou la qualité de ce qui est d'un autre ordre par rapport à un état de choses; lorsque on dit que Dieu est transcendant par rapport au monde, on signifie que il est au delà qualitativement; qu'il y demeure extérieur, et qu'il possède une nature d'un autre ordre par rapport à celui-ci.

À ne pas confondre; transcendent et transcendantal.

transcendantal: Bien que ce terme soit utilisé déjà par les scolastiques, il prend avec Kant le sens qui est devenu le plus courant en philosophie; ce terme désigne le caractère de ce qui est a priori dans la connaissance, c'est à dire qui relève exclusivement de la conscience en opposition à ce qui relève de la réalité extérieure; les catégories, l'espace et le temps, sont par exemple des éléments transcendants: ils relèvent de notre entendement.

À ne pas confondre: transcendantal et transcendant.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

transcender: aller au delà, vers un niveau supérieur ou d'un autre ordre. Par exemple: l'imagination transcende le réel.

ukase ou oukase: du russe oukazat, publier. Ordre ou décision contraignante et arbitraire.

univers du discours: notion élaborée par De Morgan: ensemble des idées et des éléments auxquels on se réfère dans un jugement ou raisonnement, de sorte qu'un élément peut être vrai dans un univers du discours donné et

faux dans un autre; par exemple, l'homme peut avoir des propriétés particulières dans un univers de fable, de science-fiction.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

universaux: en tant que nom et non pas qu'adjectif, ce concept désigne les notions générales, idées, entités abstraites. Voici quelques exemples: l'homme, le rouge, 4, etc. Ils s'opposent aux individuels ou entités concrètes. Le problème du statut ontologique des universaux a préoccupé les philosophes depuis l'Antiquité, mais plus particulièrement au Moyen-Age; bien qu'il s'agisse avant tout d'une question ontologique, le traitement du problème a donné lieu à des implications logiques et gnoséologiques. Les réponses apportées à cette question mènent à deux positions différentes: le réalisme des universaux (notamment soutenu par Platon), et le nominalisme.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

universel: en philosophie ce terme signifie souvent valable en tout temps et tout lieu. En opposition à particulier: qui est relatif à des individus ou des circonstances spécifiques.

utilitarisme: il s'agit de la théorie soutenue par Bentham et Mill qui fait de l'intérêt le principe d'action. C'est l'intérêt, c'est-à-dire la recherche de ce qui est utile, qui doit guider les actions tout comme la morale des hommes; cette conception fut très critiquée par Marx et Engels.

Pour élargir: J. S. Mill, L'Utilitarisme, Flammarion, 1988.

valeur de vérité: voir logique bivalente

vérification, vérifiable: dans un sens large, vérifier c'est prouver la vérité ou la solidité d'une expression, d'un calcul ou d'un mécanisme. En science, la vérification est une démarche expérimentale: une fois une hypothèse établie, des expériences sont nécessaires pour créer la preuve qui viendra la confirmer ou l'infirmer. Claude Bernard distingue entre les hypothèses dont la preuve est fournie par un phénomène de la nature et d'autres qui exigent la participation active du chercheur. Il fait aussi la différence entre preuve directe et indirecte. Souvent, en science, les hypothèses ne sont pas directement vérifiables. Dans les sciences

modernes, par exemple, où les hypothèses manient des notions d'un grand niveau d'abstraction, ce sont leurs conséquences que l'on met à l'épreuve. Dans la mesure où, comme on le sait, d'une prémisse fautive on peut déduire des conclusions vraies, la vérification d'une conclusion n'entraîne pas celle de l'hypothèse: elle la rend seulement probable et provisoirement confirmée. Il faut distinguer également entre preuve à l'appui et preuve décisive. Pour conclure avec certitude qu'une condition donnée est, par exemple, la cause directe d'un phénomène, il ne suffit pas d'avoir prouvé que cette condition le précède ou l'accompagne toujours; il faut aussi établir que, cette condition étant supprimée, le phénomène ne se montrera plus. La contre-épreuve devient donc le caractère essentiel de toute conclusion, la seule capable de supprimer l'erreur toujours possible qui consisterait à prendre une simple coïncidence pour une cause. Les théories construites comme des tableaux statistiques de présence ou d'absence ne constituent jamais des démonstrations expérimentales.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

vérité: Le mot vérité s'utilise dans deux sens: pour se référer à une proposition et pour se référer à une réalité. Dans le premier cas, vrai est le contraire de faux; dans le deuxième, il est l'opposé d'apparent ou d'illusoire. Dans les débuts de la philosophie grecque, le vrai était plutôt conçu comme ce qui demeure par opposition à ce qui change et qui est éphémère; dans ce cas, la recherche de la vérité coïncidait avec la recherche de la réalité. La notion de vérité, en tant que propriété des énoncés, est formulée clairement pour la première fois par Aristote, dans la Métaphysique. Un énoncé est vrai s'il correspond à la réalité dont il parle. Cette conception est connue sous le nom de vérité comme correspondance. En mathématiques, la vérité doit satisfaire exclusivement à l'exigence de cohérence interne, et réside "uniquement dans la déduction logique à partir des prémisses posées arbitrairement par les axiomes" (N. Bourbaki).

On peut distinguer également, sans être exhaustifs, une conception pragmatiste (Ch. Peirce, W. James) selon laquelle le critère de vérité relève du domaine de l'action et réside dans l'ensemble de ses conséquences pratiques.

Pour élargir: Lalande, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, PUF, 1993.; Encyclopédie philosophique universelle, Les notions philosophiques, sous la direction de Sylvain Auroux, PUF, 1990.

vitalisme: dans un sens large, il s'agit de toute doctrine selon laquelle les phénomènes de la vie sont irréductibles à des faits matériels, autrement dit qui attribue à la vie une nature propre et un principe (principe vital) spécifique.

Pour élargir: F. Jacob, La logique du vivant, Gallimard, 1970.

Weltanschauung: en allemand, "conception du monde".

$X = x - vt$: il s'agit de la formule qui permet de calculer à un instant donné les coordonnées d'un point qui se déplace à vitesse constante, à partir de la connaissance de cette vitesse et de sa position de départ; elle peut aussi permettre de calculer les coordonnées d'un point qui reste fixe par rapport à un repère en mouvement rectiligne uniforme.

Zeitgeist: en allemand, esprit de l'époque. Il s'agit en philosophie de ce qui caractérise plus proprement et plus profondément une époque historique prise dans sa totalité. L'esprit de l'époque résume les traits prépondérants qui ont dominé les tendances intellectuelles, politiques et sociales d'une période donnée. Le mot "temps" est pris dans son sens d'"époque", "période" ou encore "siècle". Ce concept apparaît chez Voltaire et Herder. Il prend un sens tout particulier chez Hegel, pour qui l'esprit du temps est associé à la philosophie qui l'exprime; celle-ci a ainsi le double rôle de traduire une époque et de la représenter en tant que prise de conscience de la substance présente au moment où elle s'exprime.

INDEX AUTEURS

Abélard, penseur français, 1079-1142.

On considère Abélard comme le fondateur de la méthode scolastique. Parmi les divers aspects de son œuvre, on notera l'opposition au nominalisme de Roscelin. Les universaux ne sont pas pour lui de simples vocés; toutefois ce ne sont pas non plus des res. Pour lui l'universel est un nomen (un nom) significatif; d'où ses recherches sur la signification et une analyse logique de la prédication.

Son œuvre principale est Sic et Non

Pour élargir: E. Gilson, La philosophie au Moyen-Age, Payot, 1930.

Adams, John Couch, astronome britannique, 1819-1892.

Parallèlement à Le Verrier, il entreprend de rechercher l'explication des irrégularités du mouvement de la planète Uranus, recherche qui le conduit à démontrer l'existence d'une planète plus lointaine, Neptune, inconnue jusqu'alors et à en indiquer la position.

Pour élargir: J.-P. Verdet, Une histoire de l'astronomie, Seuil, 1990.

Ampère, André Marie, physicien français, 1755-1836.

Créateur de l'électrodynamique, inventeur de l'électroaimant et du télégraphe électromagnétique.

Son œuvre principale est Sur la théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques uniquement déduite de l'expérience.

Pour élargir: Jacques Merleau-Ponty, Leçons sur la genèse des théories physiques: Galilée, Ampère, Einstein, Vrin, 1974.

Archimède, savant né à Syracuse, 287-212 av. J.-C.

On lui doit de nombreuses découvertes dans le domaine des mathématiques et de la physique. La plus célèbre de celles-ci – le principe qui porte son nom – aurait été découverte alors qu'il essayait de déterminer, à la demande du roi Hiéron, s'il y avait eu fraude dans la fabrication de sa couronne, où il soupçonnait un mélange d'argent avec de l'or. La solution fut trouvée indirectement lorsqu'Archimède, dans son bain, s'étonna de la diminution du poids des corps lorsqu'ils sont plongés dans l'eau. La légende veut qu'il soit sorti de son bain en s'écriant

Eurêka! (j'ai trouvé). Il s'agissait de son fameux principe, selon lequel tout corps plongé dans un liquide subit une force dirigée vers le haut et égale au poids du liquide déplacé.

Il est l'auteur, entre autres, d'un Traité des corps flottants.

Pour élargir: P. Souffrin, Trois études sur l'œuvre d'Archimède, in Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences, CNRS, 1980.

Aristarque de Samos, astronome grec, 310-220 av. J.-C.

Propose pour la première fois une théorie du mouvement de la Terre autour de son axe et autour du soleil.

Pour élargir: J.-P. Verdet, Une histoire de l'astronomie, Seuil, 1990.

Aristote, philosophe grec, né à Stagire, 384-322 av. J.-C., fondateur du Lycée.

La philosophie d'Aristote est avant tout une tentative de rétablir la primauté de l'individu en opposition à la philosophie de son maître Platon (qui défendait, quant à lui, la primauté de l'universel), tout en affirmant l'idée qu'il n'y a de connaissance que du général. Ne reconnaissant à la dialectique de Platon qu'une valeur critique et non pas heuristique, Aristote cherche à établir un organon capable de montrer son efficacité dans la connaissance positive de la réalité; cet organon est la Logique. On doit à Aristote une théorie et une classification des catégories qu'il définit comme les genres les plus généraux de l'être (substance, quantité, qualité, relation, lieu, temps, position, possession, action et passion). On lui doit également des considérations sur la définition, qui consiste pour lui en la formulation du genre proche et de la différence spécifique. Par exemple, l'homme est un animal (genre) rationnel (différence spécifique). Sa théorie du syllogisme est particulièrement importante. La physique d'Aristote est marquée par le souci d'expliquer le monde réel dans ses transformations. À cette fin, il distingue trois principes: la matière, la forme et la privation; Contrairement à Platon, Aristote affirme que la nature est à la fois matière et forme: dans chaque chose, ce qui change est la matière, la forme étant le principe interne de ce changement; Aristote reconnaît un troisième élément: la privation, qui peut être comprise comme une sorte de déterminisme (le repos est la privation de mouvement). Connaître est avant tout, pour Aristote, connaître les causes; on doit en effet à Aristote une théorie de la causalité. Aristote en reconnaît plusieurs formes: la cause matérielle (par exemple, dans une

sculpture, la matière dont elle est faite), la cause formelle (dans notre exemple le modèle, ou l'idée que le sculpteur veut imprimer à la matière), la cause motrice (par exemple la main qui réalise la sculpture) et la cause finale (c'est-à-dire le but auquel les choses tendent). Le changement est expliqué également par Aristote d'après les notions d'acte et de puissance. Le changement n'est pas la transformation de n'importe quoi en n'importe quoi d'autre, mais en quelque chose qui est déjà contenu en puissance dans ce qui change et qui s'actualise.

Le système d'Aristote est couronné par sa métaphysique ou philosophie première qui est la science suprême, celle qui connaît les fins ultimes ou, ce qui revient au même, l'être en tant que tel qu'il nomme *ousia*, c'est-à-dire la substance ou encore ce qui est absolument nécessaire: ce qui ne change pas, qui est immobile, mais qui cause le mouvement et qui trouve en soi-même sa raison d'être. Cette existence absolue n'est autre chose que Dieu, ou encore le Premier Moteur ou le Bien, c'est-à-dire ce à quoi tout tend. L'œuvre immense et encyclopédique d'Aristote comprend également une éthique, une psychologie, une poétique et une rhétorique, ainsi que des travaux de cosmologie et de sciences naturelles.

Œuvres principales: L'Organon (regroupant des travaux de logique), La Physique, La Métaphysique, Éthique à Eudème, Éthique à Nicomaque, etc.

Pour élargir: Jean Brun, Aristote et le Lycée, PUF, 1961.

Ayer, sir Alfred Jules, philosophe britannique, 1910-1989.

Il adhère aux thèses capitales du positivisme logique, en particulier la théorie de la vérification, le critère de démarcation entre les énoncés logiques et empiriques, l'impossibilité de la métaphysique, la réduction de la philosophie à l'analyse du langage. Il procède également à un examen approfondi des données des sens qui aboutit à un phénoménisme.

Son œuvre principale est: Langage, vérité et logique.

Bacon, Francis, philosophe anglais, 1561-1626.

La philosophie de Bacon préfigure, malgré certaines insuffisances, une réflexion sur la science moderne. Les réflexions que Bacon consacre aux éléments faisant obstacle à une pleine conscience de la vérité (c'est-à-dire de la science) et constituant des préjugés ou barrières sont particulièrement importantes; ceux-ci reçoivent le nom d'idoles, et il en distingue plusieurs sortes: celles qui nous amènent à attribuer à la réalité

plus d'ordre qu'elle n'en possède (idoles de la tribu), celles qui proviennent de chaque individu (idoles de la cave), de la capacité trompeuse du langage (idoles de la place du marché), des systèmes philosophiques et des dogmes (idoles du théâtre).

La prise de conscience de ces préjugés associée à la pratique de l'induction rend possible la science. Si dans certains aspects la pensée de Bacon est d'une grande modernité (réflexions sur le langage), dans d'autres il semble ne pas avoir compris le fonctionnement de la science, en ignorant l'utilisation des hypothèses et en faisant une trop grande place à l'induction.

Le *Novum Organum* (1620) est son œuvre essentielle.

Pour élargir: B. Russell, *Histoire de la philosophie occidentale*, Gallimard, 1953.

Baumgarten, Alexander, philosophe allemand, 1714-1762.

Ses recherches sont considérées comme ayant fondé l'esthétique en tant que discipline philosophique; l'esthétique est pour lui une partie de la théorie de la connaissance, qui s'occupe de la connaissance sensible.

Œuvres principales: *Meditations philosophicae*, *Metaphysica*, *Aesthetica*.

Pour élargir: *Dictionnaire des philosophes*, sous la direction de D. Huisman, PUF 1984.

Bergson, Henri: philosophe français, 1859-1941.

Contre les interdits positivistes à l'égard de la métaphysique, Bergson revendique la possibilité d'accéder à la connaissance de la réalité en soi. L'organe de cette connaissance est l'expérience intérieure, ou intuition, capable de nous révéler une réalité qualitative et concrète fort différente de celle, abstraite et schématique, réductionniste et, tout compte fait, appauvrissante de la physique. En opposition à cette insuffisance foncière de l'intelligence scientifique, l'intuition est capable de pénétrer dans les profondeurs du réel; il ne s'agit toutefois pas d'une intuition romantique, mais d'une intuition méthodologique, qui ne nie pas la science mais en limite la valeur, dans la mesure où elle n'atteint pas les vraies profondeurs que Bergson recherche, tout particulièrement en ce qui concerne le caractère essentiellement mouvant des choses. Le mouvement, la durée, la temporalité sont des réalités que la science ne peut que réduire et non pas atteindre dans leur plénitude. Car le temps auquel vise Bergson n'est pas le temps spatialisé de la physique mais le temps concret, c'est-à-dire

celui du psychisme et du vécu. La mémoire acquiert ainsi dans cette philosophie une dignité gnoséologique; elle devient l'organe de connaissance privilégiée de la temporalité, et elle constitue, avec l'intuition, l'une des sources de connaissance de l'évolution créatrice qui est le noyau de la temporalité. Le but dernier de l'intuition est de saisir l'élan vital que la science ne peut pas atteindre et qui est seul susceptible d'expliquer la réalité dans ce qu'elle implique de mouvant et de vivant, et dans ce qu'elle a ainsi d'imprévisible. Cette métaphysique se complète par des réflexions de philosophie de la religion et par une éthique.

Parmi ses nombreuses œuvres, on peut citer: Les deux sources de la morale et de la religion, Le Rire, L'évolution créatrice.

Pour élargir: A. Cresson, Henri Bergson, sa vie, son œuvre, PUF 1961; J. Chevalier, Bergson, Plon, 1940.

Berkeley, George, philosophe irlandais, 1685-1753.

L'aspect le plus connu de sa philosophie est l'idée que la perception est la base et la source de toute connaissance; cette philosophie possède la particularité de constituer un empirisme extrême qui rejoint son opposé, l'idéalisme, dans la mesure où la perception s'affirme comme le principe même de la réalité; ce qui n'est pas perçu, ne possède aucune forme de réalité: esse=percipi.

Pour élargir: B. Russell, Histoire de la philosophie occidentale, Gallimard, 1953.

Bernard, Claude, médecin et physiologiste français, 1813-1878.

Parmi ses découvertes scientifiques, celle de la glycogénèse hépatique est particulièrement importante; on lui doit aussi la notion de milieu intérieur. Ses recherches scientifiques sont accompagnées, dans chaque cas, de précisions sur les procédés employés, jetant ainsi une lumière toute particulière sur la démarche scientifique; ces considérations sont à leur tour couronnées d'une réflexion sur la démarche de la science en général: la méthode expérimentale.

Claude Bernard expose sa conception de la méthode dans l'Introduction à l'étude de la médecine expérimentale.

Pour élargir Mirko Grmek: Claude Bernard et la méthode expérimentale, Payot, 1991.

Bernoulli, Jacques, mathématicien suisse, 1654-1705.

Il a si bien assimilé l'analyse infinitésimale de Leibniz qu'il l'a complétée, étudiant la fonction exponentielle et les spirales logarithmiques, publiant même la première solution de l'équation différentielle qui porte encore son nom. Il a aussi résolu divers problèmes, que l'on appellerait aujourd'hui d'optimisation, celui de la courbe de descente la plus rapide d'un objet pesant (brachystone) et celui de l'isopérimètre (courbe de longueur donnée enfermant la plus grande aire). Cependant son apport le plus original aux mathématiques fut son ouvrage *Ars conjectandi*, qui ouvrit la voie au calcul des probabilités.

Berthelot, Marcelin, chimiste et savant français, 1827-1907.

Ses travaux combinent des recherches sur la chimie et des essais philosophiques. Sa pensée philosophique rejoint le positivisme: seuls les faits et leurs relations sont objets de connaissance. La morale, quant à elle, doit s'édifier sur les mêmes bases que la science positive; par cette idée Berthelot aboutit à un évolutionnisme éthique.

Ses œuvres philosophiques sont *Science et Philosophie* et *Science et Morale*.

Pour élargir: J. Jacques, *Berthelot, autopsie d'un mythe*, Belin, 1987.

Boas, Franz, anthropologue américain d'origine allemande, 1858-1942.

S'opposant à toute théorie généralisante et à l'idée même de l'existence de lois valables pour toutes les sociétés, il s'est appliqué à la description de sociétés particulières, en essayant de dégager, dans chaque cas, leurs structures propres et leurs spécificités.

Ses ouvrages essentiels sont: *The Mind of Primitive Man*, *Primitive Art*, *General Anthropology*.

Pour élargir: J. Poirier, *Histoire de l'ethnologie*, PUF, 1969.

Boccace (Giovanni Boccaccio), écrivain italien, 1313-1375.

Représentant de l'Humanisme italien, il a consacré une grande partie de son œuvre à l'analyse de Dante.

Œuvres principales: *Trattatello in laude di Dante*, *Le Décameron*.

Pour élargir: Ph. Van Tieghen, *Dictionnaire des littératures*, PUF, 1984.

Bohm, David, physicien américain, né en 1917.

Il s'est essentiellement consacré à l'étude de la mécanique quantique, dont il a proposé une réinterprétation causale; pour schématiser

grossièrement cette interprétation (Bohm tient à ce mot), on peut dire qu'il considère une onde quantique qui porte une sorte d' "information potentielle", information qui se réalise effectivement lorsqu'elle rencontre l'énergie de la particule.

Cette interprétation fait aussi appel à la notion de "variables cachées" dont les valeurs agissent sur les phénomènes que nous observons.

Cet effort d'interprétation causale de la mécanique quantique a rejoint ceux que faisaient à la même époque de Broglie et d'autres physiciens qui ne se satisfaisaient pas du caractère statistique de la physique moderne.

Œuvre principale: *Causality and chance in modern physics*, préfacé par Louis de Broglie, (1967).

Pour élargir: Georges Lochak, Louis de Broglie, Flammarion, 1992.

Bohr, Niels, physicien danois, 1885-1962.

On lui doit avant tout le modèle atomique qui porte son nom, l'atome de Bohr, qui rend compte des connaissances de son temps, avec les orbites stationnaires des électrons. Dans son laboratoire est née la théorie quantique et se sont formés les plus grands physiciens du début de ce siècle. On lui doit une tentative épistémologique, connue sous le nom d' "interprétation de Copenhague", pour un pont entre les points de vue classique et quantique, à la fois dans les domaines où ces deux points de vue se trouvaient "en concurrence" que dans ceux où seul l'un des deux permettait une interprétation. Il participa aux États-Unis, où il s'était réfugié, à la fabrication des premières bombes A.

Œuvres principales: *La théorie atomique et la description des phénomènes* (1934), *Physique atomique et connaissance* (1958).

Pour élargir: A. Einstein et L. Infeld, *L'évolution des idées en physique*, Payot, 1963.

Boole, George, logicien et mathématicien britannique, 1815-1864.

Depuis les développements de la logique par Aristote, la logique semblait, selon l'expression de Kant, "close et achevée". On doit à Boole la sortie de cette discipline de sa stagnation de plusieurs siècles ainsi qu'une nouvelle forme de logique. Cette révolution est due à l'idée, conçue par Boole, de connecter la logique aux mathématiques. La logique devient avec lui un calcul symbolique analogue au calcul algébrique. C'est d'abord à la logique de classes que s'applique ce calcul, mais l'œuvre de

Boole suggère déjà le calcul des propositions. L'invention de l'algèbre logique est fondamentale pour l'informatique, la conception de nos ordinateurs actuels et celles des programmes qu'ils exécutent.

Œuvres principales: L'Analyse mathématique de la logique, Recherches sur les lois de la pensée.

Pour élargir: G. Casanova, L'algèbre de Boole, PUF, 1979.

Borel, Émile, mathématicien et homme politique français, 1871-1956.

Auteur d'une collection de monographies sur la théorie des ensembles. Il utilise la notion de mesure d'un ensemble pour donner une définition précise de la notion de probabilité.

Parmi ses œuvres on peut citer: Le Hasard, L'Espace et le Temps, Les Paradoxes de l'Infini.

Pour élargir: Ouvrage collectif: Abrégé d'Histoire des Mathématiques, 1700-1900, sous la direction de J. Dieudonné, Hermann, 1978.

Born, Max, physicien allemand, 1882-1970.

Auteur de nombreux travaux en physique atomique, il a contribué à la mécanique quantique en proposant une "interprétation probabiliste", suivant laquelle le carré du module de la fonction d'onde d'un quanton représente sa densité de probabilité de localisation. Il reçut le prix Nobel de physique en 1954 pour l'ensemble de ses travaux.

Pour élargir: A. Einstein et L. Infeld, L'évolution des idées en physique, Payot, 1963.

Bourbaki, Nicolas, pseudonyme collectif pris par un groupe de jeunes mathématiciens français, anciens élèves de l'École Normale Supérieure.

Ils ont entrepris d'exposer la structure axiomatique des mathématiques dans les Éléments de mathématiques, publiés depuis 1939 et qui ont marqué la formation et la pensée des mathématiciens. Depuis 1948, le Séminaire Bourbaki réunit trois fois par an les mathématiciens à Paris pour y exposer les derniers résultats de cette discipline; une particularité intéressante: ce n'est jamais l'auteur qui expose ses travaux.

Brahe, Tycho, astronome danois, 1546-1601.

On doit à Tycho Brahe des recherches sur la Lune, et des observations très précises sur le mouvement de la planète Mars qui permirent à Kepler, son disciple, de découvrir les fameuses lois sur les mouvements des

planètes. Paradoxalement, il refusa le système héliocentrique proposé par Copernic, se ralliant à la conception géocentrique.

Pour élargir: J.-P. Verdet, Une histoire de l'astronomie, Seuil, 1990.

Bridgman, Percy Williams, physicien américain, 1882-1961, prix Nobel de physique en 1946.

Il était avant tout un savant doté d'une grande intuition physique et d'une imagination fertile. Ses premiers travaux portèrent sur les hautes pressions, pour lesquelles il conçut des équipements originaux, et les résultats de ses recherches furent très utiles pour le développement de l'étude de l'état solide. Il fut impressionné par la démonstration d'Einstein réfutant la conception de simultanéité absolue entre des événements se situant dans des lieux différents. Ayant remarqué que la preuve mettait en jeu des opérations de synchronisation des horloges situées en des lieux différents, il arriva à la conclusion que les notions classiques de temps et d'espace étaient mal comprises, et qu'il fallait entreprendre un travail de critique du langage, proposant les opérations mentales et physiques comme mesure de la signification. Dans son œuvre *Logic of Modern Physics*, il écrivait: "En général, nous entendons par concept une suite d'opérations; si une question spécifique a un sens, il doit être possible de trouver des opérations qui permettent d'y répondre". Son point de vue philosophique a été rattaché au positivisme, mais, comme on l'a vu, il avait sa source dans sa propre expérience et conserva toujours un caractère individuel; pour lui, l'analyse opérationnelle était avant tout un moyen d'avoir une pensée claire et non pas une solution à tous les problèmes de la physique, et surtout pas un dogme.

Une autre de ses nombreuses œuvres fut *The nature of some of our physical concepts*.

Pour élargir: R. Blanché: *La Méthode expérimentale et la philosophie de la physique*, A. Colin, 1969.

Broglie, Louis, prince de, physicien français, 1892-1960.

Il posa les fondements de la mécanique ondulatoire, travail pour lequel il reçut le Prix Nobel en 1929. Il s'opposa dans les années cinquante aux interprétations probabilistes de la mécanique quantique, mais il ne fut guère suivi dans cette démarche.

Pour élargir: Louis de Broglie, *Un itinéraire scientifique*, La Découverte, 1987; Georges Lochak, *Louis de Broglie*, Flammarion, 1992.

Brouwer, Luitzen Egbertus Jan, mathématicien et logicien néerlandais, 1881-1966.

Son activité essentielle en mathématiques se porta dans le domaine de la topologie. Opposé aux théories de Whitehead et de Russell, qui faisaient reposer les mathématiques sur la logique pure, il développa un courant intuitionniste en mathématiques, qui réduisait la logique à une simple méthode relevant des mathématiques, se développant avec elles et ne pouvant donc en être le fondement.

Il a écrit notamment *Mathématique, vérité, réalité*.

Pour élargir: M. Combès, *Fondements des mathématiques*, PUF, 1971.

Brown, Robert, botaniste anglais, 1773-1858.

Il découvre le mouvement qui porte son nom: mouvement désordonné des particules de dimension inférieure à quelques microns en suspension dans un liquide ou un gaz. Une explication quantitative de cette découverte fut donnée plus tard, notamment par Einstein.

Parmi ses œuvres figurent: *Prodromus florae Novae Hollandiae*, *Remarques générales sur la géographie et le système botanique des terres australes*.

Pour élargir: *Encyclopédie internationale des sciences et des techniques*, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

Buber, Martin, philosophe israélien d'origine autrichienne, 1878-1965.

Sa philosophie est en étroite relation avec la religion; il s'interroge sur les formes de la foi et celles du rapport entre les hommes et le monde. Il distingue diverses formes de foi et diverses formes de rapports entre l'homme et le monde: le rapport sujet-objet et le rapport sujet-sujet, ces rapports faisant intervenir des dimensions de l'homme fondamentalement différentes.

Parmi ses œuvres: *Le problème de l'homme*, *Le Je et le Tu*, *Les Chemins de l'Utopie*, Gog et Magog.

Pour élargir: Robert Misrahi, *Martin Buber, philosophe de la relation*, Seghers, 1968.

Buffon, Georges Louis Leclerc, comte de, naturaliste et écrivain français, 1707-1788.

Il soutint l'idée que la connaissance de la nature doit s'appuyer très strictement sur des faits d'expérience et, sur cette base, il opta pour une description minutieuse de la nature, plutôt que pour une classification comme celle de Linné, qui lui sembla trop théorique. Se penchant sur le problème de la formation de la Terre, il arriva à des conclusions de type évolutionniste, au sens où cette formation serait le résultat d'un long processus. Il mit également en question la fixité de l'espèce humaine, préparant ainsi la voie de l'évolutionnisme.

Son œuvre principale est L'Histoire Naturelle.

Pour élargir: P. Fluorens, Histoire des travaux et des idées de Buffon, éditions Aujourd'hui, 1975.

Bunge, Mario, né à Buenos Aires, Argentine, en 1919 et réside depuis 1966 à Montréal.

Docteur en sciences physiques, il a cultivé d'abord cette discipline avant de s'engager dans la philosophie, qu'il a enseignée dans différentes universités d'Amérique Latine et des États Unis. Il occupe actuellement la chaire Frothingham de Logique et Métaphysique à l'université McGill, à Montréal. Il est l'auteur de plus de 400 publications, sur des sujets de physique, mathématiques appliquées, sociologie de la science, épistémologie, sémantique, ontologie, axiologie, éthique, etc.

Carnap, Rudolph, philosophe américain d'origine allemande, 1891-1970.

Sa philosophie s'inscrit dans le courant néopositiviste. Sa préoccupation fondamentale est celle de la recherche d'un critère de démarcation entre les propositions scientifiques et les propositions métaphysiques. Ce critère réside dans la signification empirique: un énoncé est scientifique s'il peut être réduit à des propositions élémentaires exprimant des données empiriques. Tous les objets de connaissance scientifique peuvent être réduits par étapes successives aux simples objets du donné empiriques. Carnap se donne comme but la construction d'un système unifié valable pour toute la science; ce système se présente sous la forme d'une hiérarchie de niveaux d'objets, les objets de chaque étape étant réductibles à ceux de l'étape inférieure. À la base de ce système, il y a les impressions perceptives élémentaires, exprimées dans des énoncés de base ou énoncés protocolaires. La philosophie de Carnap est également un physicalisme et une critique sévère de la métaphysique, qu'il ramène à une collection de confusions purement verbales, dues à l'indistinction entre le mode formel et le mode matériel du langage, indistinction étant à

l'origine de (faux) problèmes métaphysiques. De sorte que le rôle de la philosophie se voit réduit à celui d'une analyse logique du langage (syntaxe), afin de déterminer cas par cas quelles propositions obéissent aux règles de cette syntaxe. Carnap rejoint la préoccupation probabiliste et élabore une théorie de la probabilité comme degré de confirmation

Parmi ses œuvres: La construction logique du monde, Syntaxe logique du langage, Fondements logiques de la Probabilité.

Pour élargir: voir Alfred Ayer, Langage, Vérité et Logique, Flammarion, 1956.

Chesterton, Gilbert Keith, écrivain et polémiste britannique, 1874-1936.

Le caractère foisonnant de sa production rend difficilement synthétisable sa pensée. Ses idées philosophiques ne constituent pas un système, mais le résultat de son activité de polémiste. Bunge fait allusion ici à l'un des aspects de la pensée de Chesterton: sa méfiance à l'égard des intellectuels et la conviction que la réalité est plus riche que ce que l'intelligence peut en saisir. On signalera également cet autre aspect du discours de Chesterton, à savoir sa dénonciation de l'imprécision et du manque de rigueur qui l'amena à critiquer violemment l'impressionnisme et, dans un autre domaine, l'utopisme socialiste qui s'exprimait par exemple dans les œuvres de son contemporain H.G. Wells, dénonciation qui va de pair avec la proposition d'une doctrine sociale, opposée à la fois au capitalisme et au socialisme: le distributisme, fondé sur un certain retour à la nature et aux institutions du Moyen-Age. Dans un autre domaine, il fut le créateur du personnage du père Brown, prêtre et détective.

Parmi ses œuvres: Hérétique, Orthodoxie, Ce qui cloche dans le monde.

Pour élargir: Ph. Van Tieghen, Dictionnaire des littératures, PUF, 1984.

Colbert, Jean-Baptiste, homme d'état français, 1619-1683.

Ministre d'État à partir de 1661, il a consacré une grande partie de son ministère au développement de l'expansion économique, inspiré des principes mercantilistes.

Comte, Auguste, philosophe français, 1798-1857.

Le but de sa philosophie est avant tout une réforme de la société; mais une telle réforme passe par trois facteurs: elle implique avant tout la connaissance philosophique de l'histoire, un fondement pour les sciences et une sociologie. La conception "positiviste" de la science est donc

subordonnée dans le système de Comte à cette vocation pratique fondamentale. Son apport fondamental et révolutionnaire est toutefois le positivisme.

Ses œuvres principales sont: Cours de Philosophie positive, Discours sur l'esprit positif.

Pour élargir: H. Gouhier, La philosophie d'A. Comte, esquisses, Vrin, 1987; J. Lacroix, La sociologie d'A. Comte, PUF, 1973.

Copernic, Nicolas, astronome polonais, 1473-1543.

À l'astronomie ancienne, géocentrique, représentée par le système de Ptolémée, Copernic oppose un système héliocentrique et une théorie du mouvement de la Terre, jusque là considérée immobile. Dans ce système la Terre devient donc une planète comme les autres dont la rotation sur elle-même donne l'alternance des jours et des nuits. Ces découvertes marquent un tournant fondamental dans la conception médiévale qui plaçait l'homme au centre de l'univers, lui conférant de ce fait une position hiérarchique privilégiée et unique.

Son œuvre la plus importante, *De revolutionibus orbium caelestium* peut être lue dans la traduction française de A. Koyré: *Des révolutions des orbes célestes*.

Pour élargir: A. Koyré, *La révolution astronomique*, Hermann, 1974; *Du Monde clos à l'univers infini*, Gallimard, 1988; T. Kuhn, *La Révolution copernicienne*, Fayard, 1973.

Cuvier, Georges, baron, naturaliste français, 1769-1832.

Il posa le principe selon lequel certains caractères s'appellent mutuellement, tandis que d'autres s'excluent nécessairement, d'où la loi de la corrélation des formes. C'est en appliquant ce principe qu'il put déterminer des espèces inconnues d'après quelques os brisés.

d'Alembert, Jean le Rond, mathématicien et philosophe français, 1717-1738.

On lui doit des recherches en mécanique rationnelle, où il proposa une solution au problème des trois corps, et en hydrodynamique. On lui doit également des recherches dans le domaine des dérivées partielles pour résoudre le problème des cordes vibrantes. Il formula la notion de limite pour tenter de fonder le calcul infinitésimal, ainsi que le théorème qui

porte son nom et qui affirme que tout polynôme à coefficients complexes possède au moins une racine complexe.

Dans le domaine philosophique, il est, avec Diderot, à l'origine de l'Encyclopédie

Pour élargir: Dictionnaire des philosophes, sous la direction de D. Huisman, PUF 1984.

Dante (Dante Alighieri), écrivain italien, 1265-1321.

Sa grande œuvre est La Divine Comédie, vision épique de l'au-delà, que le poète visite, guidé par Virgile, puis par Béatrice. Il traverse successivement les neuf cercles concentriques de l'Enfer, les sept terrasses de la montagne du Purgatoire et enfin, arrivé au sommet, les neuf ciels du Paradis. Riche en contenu philosophique, cette œuvre résume le savoir de l'époque.

Pour élargir: Ph. Van Tieghen, Dictionnaire des littératures, PUF, 1984.

Ses œuvres principales sont: Leçons d'anatomie comparée, Recherches sur les ossements fossiles.

Darwin, Charles, naturaliste britannique, 1809-1882.

Prenant pour base la loi de Malthus, au terme de laquelle les populations augmentent selon une progression géométrique alors que les ressources ne s'accroissent que selon une progression arithmétique, Darwin conclut à une concurrence vitale qui élimine les individus les plus faibles: sélection naturelle profitant aux sujets doués d'une supériorité individuelle. L'espèce entière, quant à elle, se transformera et progressera grâce à l'accumulation de variations favorables. S'il n'a pas été le premier à envisager le rôle des facteurs négatifs dans la sélection, Darwin a montré avec le plus de vigueur son aspect positif. Les preuves les plus récentes à l'appui de la théorie de l'évolution (qui s'applique notamment à l'homme et qui fit scandale pour cela), proviennent surtout de la paléontologie – balbutiante au temps de Darwin – par la découverte de formes intermédiaires entre espèces vivantes et espèces fossiles.

Son œuvre fondamentale est De l'origine des espèces par voie de sélection naturelle.

Pour élargir: Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

De Morgan, Augustus, mathématicien et logicien britannique, 1806-1871.

Il a contribué, comme son contemporain Boole, à l'interprétation algébrique de la logique. On doit à De Morgan aussi la notion d'univers du discours.

Son œuvre fondamentale est *Formal logic or the Calculus of Inference*.

Pour élargir: Dictionnaire des philosophes, sous la direction de D. Huisman, PUF 1984.

Démocrite, philosophe grec, vers 460-370 av. J.-C.

Ce présocratique est la représentation de l'atomisme grec, selon lequel l'univers est composé d'atomes, c'est-à-dire d'éléments indivisibles et éternels qui évoluent dans un vide infini; ils se combinent sous l'action du hasard et forment une quantité illimitée de mondes.

Pour élargir: J. Brun, *Les Présocratiques* PUF, 1973.

Descartes, René, philosophe et mathématicien français, 1596-1650.

Intervenant après la longue période de pensée scolastique, Descartes fonde le rationalisme moderne, sur la base de l'idée que la source de nos connaissances ne réside pas dans l'autorité extérieure à l'homme lui-même, mais dans sa raison, guidée par une méthode adéquate selon des règles précises. Ces règles varient selon les œuvres, mais les plus connues sont les quatre règles du célèbre *Discours de la méthode*: I: règle de l'évidence (ne rien admettre que l'esprit ne perçoive pas comme évident); II: règle de l'analyse (diviser la difficulté en autant des parties que nécessaire); III: règle de la synthèse (effectuer le chemin inverse de l'analyse en commençant par les éléments les plus simples jusqu'aux plus complexes); IV: règle de l'énumération (effectuer des analyses et des synthèses autant de fois que nécessaire). Il s'agit donc de partir des évidences et d'aboutir à des évidences, celles-ci étant définies à leur tour par les notions de clarté et de distinction. Les idées qui possèdent ces caractéristiques sont les natures simples et elles sont perçues par intuition directe de l'esprit. Sur le plan métaphysique, cette conception de la connaissance se fonde sur la recherche d'une première évidence fondatrice; une vérité qui assure la véracité de tout le reste, car tout, science comme réalité, peut être le résultat d'une erreur de notre perception. La mathématique n'échappe pas à cette mise en doute. À travers l'hypothèse du malin génie, Descartes démontre que rien ne résiste au doute. Rien n'empêche de concevoir l'existence d'un malin

génie tout-puissant dont le but serait de nous tromper dans tous nos jugements. Or, ce doute, qui sert à Descartes pour mettre l'univers entier entre parenthèses, est précisément l'élément qui va lui permettre de le reconstruire: car, si tout est sujet à doute, la seule chose dont je ne puisse pas douter est, justement, le fait que je doute. Ceci lui permet de tirer une première évidence: je ne pourrais pas douter si je n'avais pas à mon tour une existence; je pense donc je suis. Cogito ergo sum est donc la première évidence et le noyau irréductible de son système. Descartes aspira à sortir le plus vite possible du monde de la conscience, afin de trouver ce qui garantit l'existence de la réalité toute entière; ceci ne peut se faire qu'en démontrant l'existence d'un Dieu qui fonde en même temps la réalité et nos connaissances de cette réalité. Descartes fournit trois preuves de l'existence de Dieu, dont la plus connue est la preuve appelée ontologique, basée sur l'idée d'infinitude; je ne pourrais pas, affirme Descartes, concevoir l'idée d'infini, si cet infini, Dieu même ne l'avait pas mis en moi. Ceci prouve non seulement que Dieu existe, mais qu'il concourt avec l'homme pour qu'il puisse connaître lorsqu'il perçoit la réalité extérieure, c'est-à-dire la substance corporelle. La reconstruction opérée par Descartes aboutit en effet à un dualisme: matière et esprit, dont la conciliation posa énormément de problèmes à son auteur, car, en effet, comment les substances communiquent-elles chez l'homme et pourquoi y a-t-il une harmonisation entre elles? La solution de ce problème constitue la psychologie de Descartes, mais aussi le début d'une métaphysique qui devait ensuite trouver des prolongements chez des penseurs comme Malebranche, Spinoza et Leibniz.

Le Discours de la Méthode et les Méditations métaphysiques sont ses œuvres principales.

Pour élargir: O. Hamelin, Le système de Descartes, Alcan, 1921; G. Rodis-Lewis, Descartes et le rationalisme, PUF, 1966.

Dilthey, Wilhelm, philosophe et historien allemand, 1833-1911.

Le caractère fragmentaire de son œuvre rend difficile sa systématisation. Sa pensée représente une tentative de dépassement aussi bien de la métaphysique que du positivisme régnant; ce dépassement s'accomplit par l'abandon de la recherche des causes pour expliquer la réalité humaine; la spécificité du comportement humain ne peut être saisie, pour lui, que par une "méthode compréhensive", c'est-à-dire par l'interprétation plus que par l'explication; l'intuition est la faculté au

moyen de laquelle opère cette forme de connaissance. On lui doit également la notion de Weltanschauung: chaque système révèle une vision ou conception du monde propre à son auteur.

Ses œuvres principales sont l' Introduction à l'étude des sciences humaines et Le Monde de l'esprit.

Pour élargir: Dictionnaire des philosophes, sous la direction de D. Huisman, PUF 1984.

Durkheim, Émile, sociologue français, 1858-1917.

Dans le but de mettre la sociologie sur une voie strictement positive, il s'oppose à toute tentative de conduire la recherche sociologique par des voies déductives à partir de principes universels comme ceux établis par Auguste Comte dans sa loi des trois états. Le but de la sociologie est la recherche de lois, mais de lois résultant très strictement de l'observation des faits. La fidélité aux faits n'exclut pas la reconnaissance de la spécificité du fait social, qui ne peut pas s'expliquer comme un simple ajout d'individualités, mais qui possède des normes propres différant d'une société à l'autre. Le but de la sociologie est, entre autres, de chercher l'origine historique de ces normes. Si Durkheim fonde en quelque sorte la sociologie scientifique par sa reconnaissance de la spécificité du fait sociologique, en opposition à sa réduction en termes psychologiques ou autres, il ne tombe pas pour autant dans un naturalisme réducteur.

Ses œuvres principales sont: Les Règles de la méthode sociologique, Le Suicide, Les Formes élémentaires de la vie religieuse.

Pour élargir: Duvignaud, J. Durkheim, PUF, 1965.

Ehrenfest, Paul, physicien autrichien établi aux Pays-Bas, 1880-1933.

Il a été un grand physicien théorique, complétant les travaux de Boltzmann, dans le domaine de la mécanique statistique, mettant au point l'urne qui porte son nom, modèle qu'il utilisa pour étudier des phénomènes réversibles comme ceux issus des collisions moléculaires. Il étendit d'autre part la théorie des "radiations du corps noir" de Planck, confirmant de manière rigoureuse l'hypothèse de ce dernier suivant laquelle l'énergie considérée dans le cas d'un système isolé ne pouvait varier continuellement et représentait donc ce qu'en mathématiques on appelle une variable discrète. Il influença Einstein, Bohr et les savants encore jeunes comme Fermi et Oppenheimer. Il se suicida en 1933.

Einstein, Albert, physicien américain d'origine allemande, 1879-1955.

Modeste employé à l'Office des brevets de Berne (Suisse), il se fit connaître par la publication, à l'âge de 26 ans de cinq mémoires, dont l'un établissait l'existence du photon, et dont le plus célèbre exposait la théorie de la relativité restreinte, qui révisait, entre autres les notions d'espace et de temps.

La communauté scientifique n'accepta pas immédiatement ses théories et lorsqu'il reçut en 1921 le prix Nobel de physique, ce fut pour sa contribution à l'étude de l'effet photoélectrique et pas pour la théorie de la relativité (qui s'était enrichie entre-temps de la théorie de la relativité générale en 1916).

Il fut indirectement à l'origine de la théorie quantique de Broglie et d'Heisenberg mais cette théorie, qu'il accepta sur le plan physique, lui posa des problèmes philosophiques, car elle remettait en cause sa vision déterministe; il s'exprimera à ce sujet dans un échange de lettres, resté célèbre, avec Born.

Contraint de quitter l'Europe par l'avènement du nazisme, il s'installa à l'université de Princeton aux États-Unis, où il continua ses travaux.

Outre ses activités scientifiques, il participa à la vie politique de son époque, notamment la lutte contre le nazisme; il milita pour le désarmement nucléaire ainsi que pour la création de l'État d'Israël.

Pour élargir: Michel Paty, Einstein philosophe, PUF, 1993; Jacques Merleau-Ponty, Einstein, Flammarion, 1993.

Engels, Friederich, théoricien et militant socialiste allemand, 1820-1895.

Il fonde avec Marx la Première Internationale en 1864 et collabore étroitement avec celui-ci dans des recherches théoriques, exprimées notamment dans *Le Capital*. Il énonce avant Marx la loi de la concurrence, et établit une théorie matérialiste de la connaissance.

Œuvres dont il est le seul auteur: *L'Anti-Dühring*, *L'origine de la famille, de la propriété privée et de l'état*.

Pour élargir: A. Cornu, K. Marx et F. Engels, leur vie et leur œuvre, PUF, 1955.

Euclide, mathématicien grec, III^e siècle av. J.-C.

Son œuvre *Éléments de géométrie* constitue une synthèse de la géométrie classique grecque à laquelle il donna une forme axiomatique. Cette

géométrie fut longtemps considérée comme la seule possible jusqu'à ce que divers efforts au XVIIIe siècle montrent le contraire.

Pour élargir: Dictionnaire des philosophes, sous la direction de D. Huisman, PUF, 1984.

Voir également géométries euclidiennes et non euclidiennes.

Euler, Leonhard, mathématicien suisse, 1707-1783.

Il est l'un des premiers artisans du développement de l'analyse telle que nous la connaissons; il fait de la fonction le concept fondamental sur lequel s'échafaude toute la construction mathématique et transforme ainsi le calcul différentiel et intégral en une théorie formelle des fonctions qui se libère de ses attaches aux points de vue géométriques. Il applique son approche des fonctions à la résolution des équations différentielles linéaires qu'il rencontra dans des problèmes d'élasticité.

Ses œuvres principales sont: Les institutions du calcul différentiel et Les institutions du calcul intégral.

Pour élargir: A. Dahan-Dalmedico et J. Peiffer, Une histoire des mathématiques, routes et dédales, Seuil, 1986.

Faraday, Michael, chimiste et physicien anglais, 1791-1867.

En chimie il découvrit le benzène et inventa un appareil permettant la liquéfaction des gaz. En physique ses recherches contribuèrent au développement des connaissances dans les domaines liés à l'électricité: il découvrit l'action d'un aimant sur un courant électrique, puis compléta ses travaux dans le domaine de l'électromagnétisme par la découverte de l'induction électromagnétique qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. Il établit aussi les lois de l'électrolyse et, dans le domaine de l'électrostatique, découvrit le phénomène de la "cage de Faraday", où un conducteur creux fait écran à l'action électrostatique, ce qui lui permit d'étudier la localisation des charges électriques. Ses travaux ouvrirent la voie aux théories électromagnétiques de Maxwell.

Feyerabend, Paul, philosophe et épistémologue autrichien, établi aux États Unis, 1924-1994.

Sa philosophie constitue une tentative de démontrer que la science est une entreprise n'obéissant à aucune des règles décrites par les épistémologues (spécialement celles de Popper). Une interprétation particulière des travaux de Galilée sert à Feyerabend pour démontrer que celui-ci porte un

démenti à tous les principes méthodologiques traditionnels. La philosophie de Feyerabend aboutit à un anarchisme épistémologique qui s'exprime dans la consigne anything goes; celle-ci signifiant non seulement que tous les procédés existants et imaginables sont valables pour la construction des théories, mais encore que dans la mesure où nous ne possédons pas un critère absolu pour séparer le bon du mauvais, tout (science, fantaisie, affirmation gratuite) se vaut.

Ses œuvres principales sont: *Contre la Méthode*, *Adieu la Raison*.

Pour élargir: Alan Chalmers, *Qu'est-ce que la science? Récents développements en philosophie des sciences*, La Découverte, 1987.

Bunge critique l'anarchisme épistémologique dans son *Treatise of Basic Philosophy*, 1983, tomes 5 et 6 et dans *La nouvelle sociologie de la science*.

Frege, Gottlob, logicien et mathématicien allemand, 1848-1925.

On peut lui attribuer le développement d'une nouvelle logique, par rapport à la logique traditionnelle. Pour les différencier, nous pouvons dire que cette dernière s'attache à la forme grammaticale des propositions. Ainsi, deux propositions comme "Socrate est mortel" et "Tous les hommes sont mortels" qui sont identiques pour la logique traditionnelle, diffèrent pour Frege du fait que la première constitue une proposition moléculaire alors que la deuxième est une conjonction de propositions. Cette démarche ouvre la voie au calcul propositionnel auquel collabora également Boole. On doit également à Frege l'introduction de la notion de fonction propositionnelle, de quantification et celle de quantificateur.

Parmi ses œuvres: *Écrits logiques et philosophiques*, *Les fondements de l'arithmétique*

Pour élargir: Philippe de Rouilhan, *Frege les paradoxes de la représentation*. Éditions de Minuit, 1988.

Freud, Sigmund, médecin autrichien, 1856-1939.

Après ses études de médecine, il s'orienta vers la neurologie et la psychiatrie; ses premières recherches portèrent sur l'hystérie et l'hypnose. Les réactions des malades sous hypnose mirent Freud sur la voie de sa découverte fondamentale: l'existence d'une dimension inconsciente qui détermine notre comportement conscient. Rapidement Freud s'aperçut que l'on peut remplacer l'hypnose par des techniques de questionnement, de libre association et plus tard, par l'interprétation des rêves. Tous ces

éléments se sont synthétisés dans sa contribution fondamentale: la psychanalyse.

Parmi ses œuvres les plus importantes figurent: La science des rêves, Études sur l'hystérie, Psychopathologie de la vie quotidienne, Totem et Tabou, Moïse et le monothéisme.

Pour élargir: Roland Jaccard, Freud, PUF, 1983.

Fustel de Coulanges, Numa Denis, historien français, 1830-1889.

Il fut professeur à la Sorbonne et directeur de l'École Normale Supérieure. Dans son œuvre principale, La Cité antique, il traite de problèmes de méthodologie de l'histoire et accorde une primauté sans concession aux textes écrits; par cet attachement aux faits et à leur vérification par les textes, il fonda l'histoire moderne.

Pour élargir: François Hartog, Le XIXe siècle et l'histoire, le cas Fustel de Coulanges. PUF, 1988.

Galilée (Galileo Galilei), astronome et physicien italien, 1564-1642.

Il s'agit sans doute du premier grand expérimentateur et, en conséquence, du fondateur de la science expérimentale. À l'expérimentation il ajoute l'introduction des mathématiques comme constituant essentiel de la science. Il donne des bases scientifiques au système de Copernic.

Ses œuvres principales sont Sidereus Nuncius (Le Messager Céleste), Il Saggiatore, Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze.

Pour élargir: J.-P. Verdet, Une histoire de l'astronomie, Seuil, 1990.

Gödel, Kurt, logicien américain d'origine autrichienne, 1906-1978.

Jusqu'à 1931, on croyait qu'il était possible de réaliser une axiomatisation complète de la mathématique, comme le soutenait parmi d'autres David Hilbert. On parlait de la base qu'il était possible de trouver un système logique dans lequel il serait possible de loger les mathématiques et qu'il était possible de prouver qu'un tel système était complet et consistant. On dit qu'un système S est complet si pour toute formule F, énoncée suivant les règles syntaxiques de S ("bien formée"), soit F soit sa négation est un théorème de S. On dit qu'un système S est consistant s'il n'existe pas de formule bien formée F de S telle qu'à la fois F et sa négation soient des théorèmes de S. Gödel montra, dans son fameux théorème, que tout système logique raisonnablement riche, par exemple le système de

Principia Mathematica de Whitehead et Russell, est essentiellement incomplet, car il y a au moins un énoncé ou théorème qu'il est possible d'énoncer dans son cadre et qui n'est pas décidable dans ce système, c'est-à-dire que l'on ne peut ni la démontrer ni démontrer sa négation. Pour cette preuve, Gödel se servit d'une arithmétisation de la syntaxe.

Ses découvertes furent l'objet de nombreux articles.

Pour élargir: M. Combès, Fondements des mathématiques, PUF, 1971.

Goodman, Nelson, philosophe américain, né en 1906.

L'œuvre de Goodman porte sur la théorie de la connaissance qu'il traite dans une perspective particulière, en mettant à contribution la logique contemporaine. Sa philosophie constitue la forme la plus représentative du nominalisme contemporain. De façon générale le nominalisme affirme la seule existence des individus et refuse les entités abstraites. Toutefois il est le plus souvent impossible de pouvoir déterminer par où passe la frontière entre le concret et l'abstrait. Au lieu donc de s'interroger sur la nature des entités, Goodman conçoit l'idée de porter le regard sur la structure du discours qui en parle, autrement dit il propose de remplacer l'abord sémantique par l'abord syntaxique.

Son œuvre principale est Faits, fonctions et prédictions.

Pour élargir: L. Vax, L'empirisme logique, PUF, 1970.

Gurvitch, Georges, sociologue français, 1894 -1965.

Ce qui caractérise sa sociologie est le pluralisme, c'est-à-dire l'idée qu'il est nécessaire d'introduire des différenciations très précises au sein de la réalité sociale. Gurvitch propose diverses classifications, extrêmement complexes, dont l'efficacité fut contestée par d'autres sociologues.

Parmi ses œuvres importantes: Dialectique et sociologie, La vocation actuelle de la sociologie, Les cadres sociaux de la connaissance.

Pour élargir: Georges Balandier, Gurvitch, sa vie, son œuvre, PUF, 1972.

Hegel, Georg Wilhelm Friedrich, philosophe allemand, 1770-1831.

La philosophie de Hegel représente un idéalisme absolu dans la mesure où, pour lui, l'Esprit et le Réel coïncident, d'où le fait qu'Hegel donne le nom d'Idée à la Réalité dans sa plénitude: tout ce qui est réel est rationnel, tout ce qui est rationnel est réel. Mais cette coïncidence est un processus historique, dans lequel la conscience accède à des niveaux de plus en plus élevés de certitude et de connaissance, chaque étape niant partiellement la

précédente, selon une démarche dialectique qui n'est pas logique mais ontologique, dans la mesure où elle définit la réalité même dans sa réalisation concrète. La science, le droit, la religion, l'éthique, l'art et la philosophie représentent de vastes moments de l'objectivation progressive de l'Esprit ou de l'Idée.

Ses œuvres principales sont *Phénoménologie de l'Esprit*, *La Raison dans l'Histoire*.

Pour élargir: A. Kojève. *Introduction à la lecture de Hegel*, Gallimard, 1947.

Heisenberg, Werner Karl, physicien allemand, 1901-1976.

Prix Nobel de physique en 1932.

Il est l'un des fondateurs de la théorie quantique. Il est aussi l'auteur du fameux principe d'incertitude qui établit que le produit de la variation de la quantité de mouvement par la variation de la position d'une particule donnée est toujours supérieur ou égal à une grandeur donnée (déterminée par la constante dite de Planck); on ne peut donc à la fois connaître avec précision la position d'une telle particule et sa quantité de mouvement; au contraire, plus on connaît l'une avec précision, plus imprécise est la connaissance de l'autre. Sur le plan philosophique, comme il affirme que seules les quantités observables sont susceptibles d'une description théorique, il aboutit à la conclusion que les notions de position et de vitesse d'un objet ne peuvent être transposées telles quelles au niveau microscopique. Ses travaux ont eu un rôle fondamental dans l'étude des phénomènes quantiques.

Outre ses travaux scientifiques, il est l'auteur d'ouvrages de réflexion: *Les principes physiques de la théorie des quanta*, *La nature de la physique contemporaine*, *Physique et Philosophie*, *La Partie et le Tout*.

Pour élargir: A. Einstein et L. Infeld, *L'évolution des idées en physique*, Payot, 1963.

Hempel, Carl Gustav, philosophe allemand, né en 1905.

Ses préoccupations rejoignent celles des membres du Cercle de Vienne, surtout en ce qui concerne l'examen de l'induction, et celui de la confirmation et des hypothèses. Une autre de ses préoccupations réside dans la formation des concepts dans la science et la distinction entre concepts classificatoires, comparatifs et quantitatifs. Dans un autre

registre, il explore la nature des lois de l'histoire, nature qui ne serait pas fondamentalement différente de celle des lois physiques.

Ses œuvres principales sont: *Philosophy of Natural Science*, *Éléments d'Épistémologie*.

Hermite, Charles, mathématicien français, 1822-1901.

Ses travaux portent surtout sur l'algèbre, la théorie des nombres et l'analyse. On lui doit de très nombreux résultats sur la théorie des invariants et sur les fonctions elliptiques et abéliennes; il est le fondateur de la théorie arithmétique des formes quadratiques à un nombre quelconque de variables, d'où la notion d'espaces hermitiens. L'épithète hermitien se rapporte d'abord aux espaces du même nom, c'est-à-dire des espaces définis sur le corps des complexes et où on peut définir une géométrie analogue à celle des espaces euclidiens, c'est-à-dire des notions de longueur et d'angles. On appelle opérateur hermitien une fonction définie sur un tel espace et qui y conserve justement les longueurs.

Ses recherches sont rassemblées dans ses *Œuvres*.

Hérodote, historien grec, 484-420 av. J.-C.

Il est considéré comme le père de l'histoire en tant que science, ou comme le premier historien; ses *Histoires* demeurent la principale source d'information pour l'époque qu'il connût.

Pour élargir: Introduction et présentation par J. de Romilly, dans *Hérodote, Œuvres complètes*, Gallimard, 1989.

Hilbert, David, mathématicien allemand, 1862-1943.

Hilbert fut un des plus grands mathématiciens de son époque; ses contributions dans le domaine des invariants algébriques et des fondements de la géométrie (on lui doit une présentation axiomatique de la géométrie euclidienne), ont encore des prolongements actuellement. Lors du Congrès de Heidelberg (1904), il entreprit de proposer un programme contenant à la fois une liste de problèmes que les mathématiciens devraient résoudre (on parle encore, par exemple, du problème n° 90 de Hilbert) et une démarche de formalisation des mathématiques destinée à en assurer la consistance; la démonstration du théorème de Gödel montra que son projet était irréalisable sur le plan métamathématique, mais il inspira cependant la démarche formaliste, qui se retrouva notamment dans les travaux de Bourbaki.

Ses œuvres principales furent *Zahlbericht*, *Fondements de la géométrie*, *Grundlagen der Mathematik* (avec Bernays).

Pour élargir: A. Dahan-Dalmedico et J. Peiffer, *Une histoire des mathématiques, routes et dédales*, Seuil, 1986.

Hobbes, Thomas, philosophe britannique, 1588-1679.

La pensée de Hobbes a deux versants, scientifique et politique, étroitement liés entre eux. À la base de son système nous trouvons une conception mécaniciste et empiriste de la réalité et une conception empiriste de la connaissance, qui n'exclut toutefois pas la reconnaissance de la rationalité pure. Sa conception politique est fondée sur l'idée anthropologique de l'homme comme motivé par ses instincts et ses passions et guidé par une férocité que seule la société peut canaliser: "l'homme est en loup pour l'homme".

Son œuvre principale est *Le Léviathan*.

Pour élargir: F. Malherbe, *Thomas Hobbes*, Vrin, 1984; F. Moreau, *Hobbes, philosophie, science, religion*, PUF 1989.

Holton, Gerald, philosophe américain d'origine allemande, né en 1922.

Ses travaux portent sur la philosophie de la physique et sur l'histoire de la sociologie des sciences. En tant que philosophe des sciences il s'attache à la recherche des fondements souvent inconscients qui déterminent les différentes prises de position et qui créent les différences entre écoles; il donne à ceux-ci le nom de thémata. Ainsi, les théories de Bohr, Born et Heisenberg sont fondées sur des présupposés ontologiques (thèmes du discret), différents de ceux d'Einstein (thèmes du discontinu); simplicité – complexité, analyse-synthèse, constance-évolution-changement catastrophique sont d'autres thémata. Une analyse historique montre leur rôle méconnu et inconscient à la base des créations scientifiques. Ces éléments thématiques n'apparaissent pas dans les débats scientifiques. Ils apparaissent souvent dans des documents accessoires, généralement sans intérêt scientifique direct. Holton s'attache à l'étude de ces documents pour un certain nombre de savants dont Kepler, Newton, Poincaré, Einstein, Bohr, Heisenberg et autres.

Ses œuvres principales sont: *L'imagination scientifique*, *L'invention scientifique*, thémata et interprétation.

Pour élargir: *Dictionnaire des philosophes*, sous la direction de D. Huisman, PUF 1984.

Homère, poète grec, il aurait vécu autour au IXe siècle av. J.-C.

On connaît mal sa vie. Il aurait été aveugle et se déplaçait de pays en pays en récitant ses poèmes; on lui attribue la composition de L'Illiade et L'Odyssée, la première évoquant le héros Achille dans le cadre du siège de Troie par les Grecs, la deuxième racontant l'épopée d'Ulysse.

Pour élargir: Ph. Van Tieghen, Dictionnaire des littératures, PUF, 1984.

Hume, David, philosophe, historien et économiste écossais, 1711-1776.

Sa philosophie représente l'une des versions les plus achevées de l'empirisme. Pour lui, toutes les perceptions de l'esprit se ramènent à deux genres: les impressions et les idées. Seules les impressions sont originales, les idées ne sont que des associations de sensations. Hume dénonce les fictions illégitimes qui, dépassant l'expérience, nous font croire à l'existence d'entités illusoires; c'est le cas notamment de la notion de causalité. Il s'agit d'une fiction résultant d'une habitude confortée par la répétition de certaines observations.

Son œuvre principale est le Traité de la nature humaine.

Pour élargir: B. Russell, Histoire de la philosophie occidentale, Gallimard, 1953; M. Malherbe, La philosophie empiriste de D. Hume, Vrin, 1976.

Husserl, Edmund, philosophe et logicien allemand, 1869-1938.

Il se penche au début sur des problèmes de philosophie des mathématiques et de logique. Mais sa principale contribution est la phénoménologie.

Parmi ses œuvres on peut citer: Méditations cartésiennes, Philosophie première.

Pour élargir: J.-F. Lyotard, La phénoménologie, PUF, 1982.

Huygens, Christian, mathématicien et astronome hollandais, 1629-1695.

Il compose, sous le titre *De ratiociniis in ludo alae*, le premier traité complet sur le calcul des probabilités. Dans le domaine de la géométrie, on lui doit l'étude de certaines courbes désormais classiques (cissoïde, chaînette,...), ainsi qu'un certain nombre de calculs de courbure; dans ce même domaine, on lui doit les notions de développées et développantes. Il perfectionna la lunette astronomique, découvrant ainsi l'anneau de Saturne et son satellite Titan. Son œuvre principale reste la théorie du pendule, base de l'étude des systèmes matériels, pour laquelle il élaborait la notion de moment d'inertie et découvrit la conservation de la quantité

de mouvement. Il développa une théorie ondulatoire de la lumière mais celle-ci resta imparfaite car il ne put concevoir l'existence de vibrations transversales.

James, William, philosophe américain, 1842-1910.

Il fut l'un des principaux fondateurs du pragmatisme, qui avait déjà été défendu par Peirce et auquel il donna un sens plus général. La vérité se définit pour lui en fonction de l'action, et le critère en est l'efficacité dans l'action.

Ses œuvres principales furent *Principes de la psychologie*, *Les Variétés de l'expérience religieuse*, *Le Pragmatisme*.

Pour élargir: E. Boutroux, William James, éditions Vigdor.

Jaspers, Karl, médecin, psychologue et philosophe allemand, 1883-1969.

Sa production est très abondante et porta sur des domaines très variés. On compte parmi ses centres d'intérêt: la psychopathologie, la psychologie des conceptions du monde, la philosophie, la logique philosophique, ainsi que la philosophie de la religion, la philosophie sociale et politique et des études sur Max Weber, Nietzsche, Descartes, Schelling, Nicolas de Cues, Léonard de Vinci, Kant, Goethe, Kierkegaard, Marx, Freud, etc.

Ses œuvres principales sont: *Les Grands philosophes*, *Essais philosophiques*, *Autobiographie philosophique*, *Raison et existence*.

Kant, Immanuel, philosophe allemand, 1724-1804.

On doit à Kant la définition de la philosophie comme discipline portant sur les questions suivantes: que puis-je savoir? que dois-je faire? que m'est-il permis d'espérer? qu'est-ce que l'homme? La contribution de Kant au problème de la connaissance est particulièrement importante; la théorie qu'il élaborait à ce sujet reçut le nom de criticisme. Celui-ci remonte du problème de la connaissance à celui des conditions de possibilité de toute connaissance; il prend comme point de départ l'analyse des jugements et il en distingue deux sortes principales: a) les jugements analytiques a priori (le triangle a trois angles), où le prédicat est contenu dans le sujet; ces jugements sont vrais mais vides (ils n'ajoutent pas une connaissance) et b) les énoncés synthétiques a posteriori (il pleut); ceux-ci ne sont pas vides et leur validité dépend de l'expérience sensible. Or, la science pour Kant, est constituée par des jugements ayant des particularités mixtes: ils sont à la fois synthétiques (parce qu'ils ne sont pas vides), mais ils sont nécessaires comme les

énoncés analytiques. La science est constituée d'énoncés du type "la chaleur dilate les métaux", dans lesquels il y a des éléments a priori et des éléments a posteriori. Les éléments a priori sont l'espace et le temps; ceux-ci ne sont pas des réalités extérieures à nous, mais font partie de notre structure cognitive (transcendantale); Kant les appelle formes pures de l'intuition, et c'est eux qui rendent possibles les énoncés des mathématiques. Quant à la connaissance empirique, elle relève des formes pures de la sensibilité, l'espace et le temps et des formes pures que l'entendement applique à une réalité (noumène) que nous ne pouvons pas connaître en elle-même: les catégories (de quantité, de qualité, de relation et de modalité).

Au sujet des mathématiques et de la physique, Kant se demande comment elles sont possibles, mais en ce qui concerne la métaphysique, il se demande si elle est possible. Dans un premier temps, la réponse de Kant est négative: la métaphysique représente le travail de la raison en totale indépendance de l'expérience et dans ce sens elle est une pure spéculation sans objet. Toutefois, lorsqu'il s'agit de la sphère pratique ou de la moralité, elle se réinsère en quelque sorte dans le réel en tant que telle et elle a alors, dans ce domaine, une valeur de connaissance.

Ses œuvres principales sont *La Critique de la Raison Pure* et *La Critique de la Raison pratique*.

Pour élargir: A. Kojève, Kant, Gallimard, 1973.

Kepler, Johannes, astronome allemand, 1571-1630.

Partisan convaincu du système héliocentrique, il se consacra à l'étude de la planète Mars en utilisant les résultats des observations de son maître Tycho Brahe; il découvrit que cette planète parcourt une orbite elliptique et non pas circulaire. À la suite de cette découverte, il énonce les lois qui le rendirent célèbre.

Ses œuvres principales sont *Astronomia nova*, *Harmonices Mundi*.

Pour élargir: A. Koyré, *La révolution astronomique*, Hermann, 1961, J. Bertrand, *Les fondateurs de l'astronomie moderne*, éditions Vigdor, 1999.

Keynes, John Maynard, économiste britannique, 1883-1946.

Son œuvre est l'une de celles qui ont le plus marqué la pensée économique du XXe siècle. Ses premiers travaux ont eu pour but d'élucider le problème des dépressions économiques. Son originalité réside dans la tentative d'expliquer certains phénomènes par des données

irrationnelles (psychologiques), telles que l'optimisme ou le pessimisme. Ses théories ont joué un grand rôle dans les politiques de relance de l'économie à la suite de la crise des années trente comme le New Deal de Roosevelt.

Parmi ses œuvres importantes on trouve la Théorie générale de l'emploi, de l'intérêt et de la monnaie.

Pour élargir: R. L. Heilbroner, Les grands économistes, Seuil, 1970.

Kœstler, Arthur, écrivain britannique d'origine hongroise, 1905-1983.

Son œuvre contient des aspects divers allant de la critique politique à des considérations sur la science; dans de nombreux ouvrages, il a dénoncé le système stalinien et ses conséquences en Europe. Il entreprit en même temps une suite d'études où il dénonça certains dévoiements de la science.

Parmi ses œuvres à contenu politique, on citera Le Yogi et le Commissaire et Le Zéro et l'Infini; parmi ses essais scientifiques on peut citer Les Somnambules, Le Spectre dans la machine et Janus.

Koyré, Alexandre, épistémologue et philosophe français, d'origine russe, 1882-1964.

Sa pensée est articulée selon l'idée que philosophie, science et religion constituent trois modes de la pensée historiquement imbriqués; comme conséquence de ce principe, Koyré a notamment établi que les travaux de Galilée et de Descartes signifiaient, au delà d'un simple progrès de la connaissance, un changement de perspective sur l'homme et le monde: on passait de la notion d'un cosmos hiérarchisé de régions distinctes à celle d'un univers infini et homogène dans lequel la science, au sens moderne, pourrait se déployer.

Ses œuvres principales sont Études galiléennes, Du monde clos à l'univers infini.

Kuhn, Thomas, philosophe américain, 1922-1986.

Sa philosophie représente un éclairage de la science qui, partant de l'idée que celle-ci avance par révolutions, analyse la structure de ces révolutions. Lorsqu'une nouvelle théorie s'impose, elle constitue un paradigme autour duquel s'accomplit le travail scientifique routinier ou normal, suivi par des moments d'anomalie et de crise qui annoncent l'avènement d'une révolution, c'est-à-dire d'une nouvelle théorie qui renversera les idées établies et se constituera à son tour en paradigme.

Son œuvre la plus importante est *La structure des révolutions scientifiques*.

Pour élargir: Alan Chalmers, *Qu'est-ce que la science? Récents développements en philosophie des sciences*, La Découverte, 1982.

Laplace, Pierre Simon, marquis de, astronome, mathématicien et physicien français, 1749-1827.

On lui doit la célèbre hypothèse selon laquelle le système solaire serait issu d'une nébuleuse dont le noyau aurait été formé de matière fortement condensée et à très haute température, cet ensemble tournant autour d'un axe de révolution passant par son centre. Le refroidissement des couches extérieures et le mouvement de rotation auraient causé l'apparition d'anneaux successifs, ayant par la suite donné naissance, en se condensant, à des planètes tandis que le noyau central aurait formé le Soleil. On lui doit aussi des travaux sur les aspects qualitatifs du calcul des probabilités.

Ses œuvres principales furent *Exposition du système du monde* et *Théorie analytique des probabilités*.

Pour élargir: H. Andoyer, *L'œuvre scientifique de Laplace*, Payot, 1922.

Lavoisier, Antoine Laurent de, chimiste et savant français, 1743-1794.

Il fut le créateur de la chimie en tant que science en définissant la matière par la propriété d'être pesante; il introduisit l'usage systématique de la balance, qu'il modifia et perfectionna; il énonça la loi de la conservation de la masse et celle de la conservation des éléments. Il a étudié l'oxydation des métaux au contact de l'air, effectué l'analyse de l'air et la synthèse de l'eau. Fermier général et membre de l'Académie des Sciences, il eut aussi un rôle dans le développement de diverses techniques. Il fut guillotiné comme fermier général.

Ses Œuvres ont été rassemblées dans plusieurs volumes, par l'Imprimerie Impériale, 1862 (première édition).

Pour élargir: Jean-Pierre Poirier, *Antoine de Lavoisier*, Éditions Py, 1993.

Le Verrier, Urbain, astronome français, 1811-1877.

En étudiant les perturbations, jusqu'alors inexplicables, du mouvement d'Uranus, il envisagea l'existence d'une planète inconnue qui pourrait être la cause de ces perturbations; il calcula ce que devrait être l'orbite de

cette planète; ces calculs permirent d'observer celle-ci peu après. Il s'agissait de la planète Neptune.

Pour élargir: J.-P. Verdet, Une histoire de l'astronomie, Seuil, 1990.

Leibniz, Gottfried Wilhelm, philosophe allemand, 1646-1716.

Inventeur du calcul infinitésimal (parallèlement à Newton), Leibniz caressa l'espoir d'inventer aussi un langage logique universel, de telle sorte que philosopher reviendrait à "calculer". Cette ambition découlait d'une conception plus générale de la vérité. Leibniz partait de la distinction entre les vérités nécessaires, qui sont universellement vraies et réductibles au principe d'identité et les vérités contingentes qui sont limitées à des conditions spatio-temporelles. Pour Leibniz, cette distinction n'est que superficielle, car en dernière instance toutes les vérités sont réductibles au principe d'identité, par des enchaînements plus au moins longs, et si nous n'y parvenons pas, c'est en raison de leur longueur et de la finitude de notre entendement. Tout prédicat d'un sujet a une raison suffisante dans la nature même du sujet. Non seulement tout sujet contient son prédicat, mais tout sujet contient les autres sujets, autrement dit, il contient l'univers entier; cette théorie est solidaire de sa conception de la substance. Leibniz refuse de reconnaître qu'il y ait deux substances: l'âme et le corps. Il y a une infinité de substances qui sont des âmes – monades – dont certaines perçoivent plus clairement que d'autres et sont appelées rationnelles. Les monades sont des univers parfaitement indépendants ne communiquant point entre eux, dont l'accord est déterminé par une harmonie préétablie par Dieu et dont la totalité constitue l'univers. Parmi tous les univers possibles Dieu a voulu celui-ci et comme Dieu est bon par nature, Leibniz conclut que notre monde est le meilleur des mondes possibles. Sa philosophie aboutit ainsi à une pleine justification du mal.

Ses œuvres principales furent La Monadologie et les Essais de Théodicée.

Pour élargir: Y. Belaval, Leibniz, initiation à sa philosophie, Vrin, 1964.

Lévi-Strauss, Claude, anthropologue français, né en 1908.

Dans son œuvre Anthropologie Structurale, Lévi-Strauss résume ainsi les lignes directrices de sa recherche: "Sans réduire la société dans son ensemble à la langue, on peut amorcer cette "révolution copernicienne" ... qui consiste à interpréter la société dans son ensemble en fonction d'une théorie de la communication. Dès aujourd'hui, cette tentative est possible

à trois niveaux, car les règles de la parenté et du mariage servent à assurer la communication des femmes entre les groupes comme les règles économiques servent à assurer la communication des biens et des services et les règles linguistiques, la communication des messages. Il est légitime de rechercher, entre ces trois formes d'échange, des correspondances et des spécificités”.

Ses œuvres les plus importantes sont *Tristes tropiques*, *Les structures élémentaires de la parenté*, *Anthropologie structurale*, *Le Totémisme aujourd'hui*, *La Pensée sauvage*.

Pour élargir: Jean Piaget, *Le Structuralisme*, PUF, 1987.

Lévy-Bruhl, Lucien, philosophe et anthropologue français, 1857-1939.

Ses travaux s'inscrivent dans le cadre de l'École française de sociologie. Il traite la morale comme une entité autonome en la détachant de la métaphysique, dans le but de constituer une science des mœurs, non pas universelle mais obéissant aux normes relatives de chaque groupe socio-historique. Lévy-Bruhl est ainsi conduit à définir une mentalité primitive prélogique (qui ignore notre conception de la contradiction) et mystique (dans la mesure où, dominée par la loi de participation, elle admet que les êtres sont à la fois eux-mêmes et autre chose qu'eux-mêmes). La thèse qui se dégage de ces travaux ruinait l'idée d'une nature humaine universelle mais il l'a remise partiellement en question à la fin de sa vie.

Ses œuvres principales sont *La mentalité primitive* et *L'âme primitive*.

Pour élargir: Jean Cazeneuve, *Lévy-Bruhl*, PUF, 1965.

Linné, Carl von, naturaliste et médecin suédois, 1707-1778.

Il établit une classification des plantes qui fit autorité en son temps, mais qui est tombée en désuétude. Son œuvre contient cependant des descriptions très précises d'un grand nombre d'espèces végétales et animales, auxquelles il attribua un double nom latin, générique et spécifique (nomenclature binomiale).

Parmi ses œuvres nous pouvons citer *Espèces de plantes*.

Lobatchevski, Nikolaï Ivanovitch, mathématicien russe, 1792-1856.

Sa contribution principale fut la géométrie hyperbolique, dans laquelle “par un point extérieur à une droite (D), on peut mener deux classes de droites: les unes sécantes à (D) et les autres non-sécantes à (D)”; on appelle parallèles à (D) les droites qui servent de frontière entre ces deux

ensembles. Cette dernière définition est en contradiction avec le fameux postulat d'Euclide; cette géométrie est donc non-euclidienne. Il est possible de se faire une image de cette géométrie en considérant comme support une sphère de centre O, et en convenant d'appeler "droites" les grands-cercles tracés sur la sphère (c'est-à-dire les cercles dont le centre est aussi O).

Pour élargir: Henri Poincaré, *La science et l'hypothèse*, Flammarion, 1905.

Locke, John, philosophe et théoricien politique anglais, 1632-1704.

Représentant de l'empirisme, il combat la théorie cartésienne des idées innées et affirma qu'il n'y a au départ rien dans l'esprit: celui-ci est une *tabula rasa* où l'expérience inscrit ses données au moyen de la sensation (action physique de l'objet sur nos sens) et de la réflexion (perception intérieure de notre âme sur les idées qu'elle a reçues des sens et qui sont: penser, croire et douter). Transgressant l'empirisme absolu, Locke introduisit une puissance, -l'entendement – grâce auquel, à partir des idées simples, on construit des idées complexes comme celles de substance, modes, relations.

Son œuvre fondamentale est l' *Essai sur l'entendement humain*.

Pour élargir: A.-L. Leroy, *Locke, sa vie son œuvre, avec un exposé de sa philosophie*. PUF, 1964.

Lulle, Raymond, philosophe espagnol, 1235-1315.

L'intuition centrale de sa philosophie est l'idée qu'on peut prouver rationnellement toutes les vérités de la foi. À cette fin il conçoit une méthode ou *Ars Magna* qui est, en dernière analyse, un *ars inveniendi*, fondé sur l'idée d'une connaissance opérant au moyen de déductions rigoureusement logiques et suivant des règles que l'on peut établir et déterminer. Ceci suppose l'existence de principes premiers évidents et la possibilité de trouver les termes intermédiaires et les règles précises liant n'importe quel sujet aux prédicats qui lui conviennent.

Parmi les nombreuses œuvres de Lulle, ont été traduites entre autres: *Principes et questions de théologie*, *L'art bref*.

Pour élargir: Armand Llinarès, *Raymond Lulle, philosophe de l'action*, Allier (Grenoble), 1963.

Marx, Karl, philosophe allemand, théoricien du socialisme, 1818-1883.

Proche du groupe des “Jeunes Hégéliens”, c’est à travers l’examen de la philosophie de Hegel qu’il arrive à sa propre théorie. Sa rencontre avec Engels fut un autre facteur important dans la formation de son système. Dès ses premiers écrits, Marx engage sa polémique contre la philosophie détachée des préoccupations sociales. Dans *L’Idéologie allemande*, il écrit: “les philosophes ont, jusqu’ici, interprété le monde; mais il s’agit de le transformer”. À sa critique de la philosophie succède celle de l’économie politique de son époque.

Le *Capital* est son œuvre fondamentale.

Pour élargir: Henri Lefebvre, *Pour connaître la pensée de Karl Marx*, Bordas, 1966.

Maupertuis, Pierre Louis Moreau de, mathématicien français, 1689-1759.

On lui doit le principe de la moindre action: “le chemin que tient la lumière est celui pour lequel la quantité d’action est moindre” et le fait d’avoir vu dans celui-ci une loi universelle de la nature; cette démarche est à la base d’une discipline mathématique, appelée théorie de l’optimisation qui vise, parmi des chemins ou des solutions possibles d’un problème, à déterminer celui ou celle qui rend minimale une fonction donnée à l’avance. Ses thèses furent énoncées dans l’*Accord des différentes lois de la nature* qui avaient jusqu’ici paru incompatibles.

Pour élargir: Patrick Tort, *Vénus physique. Lettre sur le progrès de la science*, Aubier-Flammarion, 1980.

Mauss, Marcel, sociologue et anthropologue français, 1872-1950.

Analysant certaines formes d’échange par don dans les sociétés primitives, il montra que cet échange matériel, pris dans un système symbolique, ne peut être réduit à l’économique ou à toute autre dimension exclusive (juridique, religieuse, morale, esthétique, etc.); le don est un phénomène social à part entière et il porte en lui le reflet de la totalité sociale, de telle sorte qu’en étudiant le don et ses formes on peut saisir la structure et le fonctionnement de la société et de ses institutions.

Son œuvre fondamentale est *Essai sur le don*.

Pour élargir: Jean Cazeneuve, *Sociologie de Marcel Mauss*, PUF, Paris, 1968.

Maxwell, James Clerk, physicien britannique, 1831-1879.

Prolongeant les travaux de Faraday, il compléta la théorie du champ électromagnétique puis interpréta la lumière elle-même comme un phénomène électromagnétique.

Sa théorie fut présentée dans son *Treaty on Electricity and Magnetism*.

Pour élargir: A. Einstein, L. Infeld, *L'évolution des idées en physique*, Payot, 1963.

Mead, Margaret, anthropologue américaine, 1901-1978.

À travers une étude comparative, elle arrive à la constatation de l'absence chez les jeunes filles des îles Samoa d'une "crise d'adolescence" (générale chez les jeunes occidentaux). Elle attribua ce fait aux méthodes d'éducation et, en particulier, aux différentes attitudes face à la sexualité. Ceci l'amena à conclure à la prédominance du culturel sur le naturel, y compris dans des domaines où ceci était jusque là insoupçonné: la définition des caractères propres à chaque sexe. On lui doit aussi des études des sociétés modernes, notamment de la société américaine, où elle entreprend des recherches sur les caractères nationaux.

Ses œuvres principales furent, *Mœurs et Sexualité en Océanie*, *Le fossé des générations*, *L'un et l'autre sexe*.

Pour élargir: M. Mead, *Du givre sur les ronces*, autobiographie, Seuil, 1977.

Menger, Carl, économiste autrichien, 1840-1921.

Il fut le principal représentant de l'école psychologique autrichienne pour laquelle la valeur d'un bien est une fonction de son utilité et de sa rareté relative.

Ses œuvres principales sont: *Principes d'économie politique*, *Recherche sur la méthode des sciences sociales*.

Merton, Robert King, sociologue américain, né en 1910.

S'opposant à l'empirisme dominant dans la sociologie américaine, Merton veut rétablir la prépondérance de la théorie, tout en évitant la spéculation des premiers sociologues. Il entreprend d'élaborer des théories régionales, de moyenne portée, situées entre les comptes-rendus particuliers qui prolifèrent et les vastes spéculations générales. La méthode qui s'impose dans ce but est celle de l'analyse fonctionnelle; d'après celle-ci le moyen le plus efficace pour expliquer les phénomènes et surtout les constitutions, les mœurs et les usages sociaux est de rendre

compte des fonctions réelles ou virtuelles qu'ils remplissent ou du rôle qu'ils jouent. Merton défend cette méthodologie d'approche du social tout en admettant que certains processus peuvent être disfonctionnels, ou bien fonctionnels dans certains contextes et disfonctionnels dans d'autres.

Son œuvre principale est *Éléments de théorie et de méthode sociologiques*.

Pour élargir: *Dictionnaire des philosophes*, sous la direction de D. Huisman, PUF, 1984.

Mill, John Stuart, philosophe et économiste britannique, 1806-1873.

Pour lui, tout savoir qui ne se fonde pas sur l'expérience et qui prétend aller au delà des données empiriques est faux, tant dans le domaine des sciences physiques que dans celui des mathématiques. D'où la nécessité d'approfondir la théorie de l'induction, seule méthode adéquate pour établir la connaissance. Il établit quatre règles ou canons de l'induction scientifique (concordance, différence, variations concomitantes et résidus). En économie, il est un représentant du courant utilitariste. Sa pensée se fonde sur l'idée que l'objectif principal de l'activité humaine doit être la poursuite du progrès social et non pas la croissance à tout prix. Le progrès social est lui-même possible dans une société qui n'est pas fondée sur des conflits d'intérêts, mais au contraire sur une "association d'intérêts", c'est-à-dire une association entre patrons et ouvriers (association capital-travail). Il attribue un rôle important à l'éducation, c'est-à-dire à la formation de l'ouvrier pour que celui-ci soit capable de comprendre les rouages de l'entreprise. Il prône l'instruction pour tous, qui doit être garantie par les pouvoirs publics. L'émancipation de la femme constitue pour Mill une autre condition du développement social. Le rôle et l'intervention de l'état sont importants sous plus d'un aspect: outre les services collectifs, l'état doit contrôler les monopoles, et assurer la réglementation du travail et l'aide aux démunis.

Ses œuvres principales furent *Logique inductive et déductive*, *Principes d'économie politique*, *La liberté*, *L'Utilitarisme*.

Pour élargir: G. Boss, *John Stuart Mill: induction et utilité*, PUF, 1990.

Mises, Richard Von, mathématicien américain d'origine autrichienne, 1881-1973.

Ayant soutenu des idées très proches de celles du Cercle de Vienne et ayant eu des contacts personnels avec ses membres, Von Mises peut être

considéré comme un membre de ce mouvement. Sa principale contribution fut sa théorie de la probabilité comme théorie statistique et non pas comme théorie inductive. Dans ce sens, ses positions étaient très proches de celles de Reichenbach; toutefois, à la différence de celui-ci, il conçoit la probabilité comme “la valeur moyenne de la fréquence relative dans la répartition des caractères à l’intérieur d’une série non régulière”. La probabilité n’affirme rien sur un membre singulier de la série, mais seulement sur la série toute entière. Il introduit la notion de collectif, défini par son irrégularité et par la propriété que possède la fréquence relative à tendre vers une valeur limite dans toutes les sections du collectif.

En français on peut lire: L’action humaine.

Montchrestien, Antoine de, écrivain et intellectuel français, 1575-1621.

On lui doit des œuvres littéraires, ainsi que des travaux sur l’économie; il serait le créateur du terme économie politique.

L’œuvre qui nous intéresse ici est le Traité d’économie politique. Morgan, Morgan, Lewis Henry, anthropologue américain, 1818-1881.

Il réalisa d’importants travaux sur les Indiens Iroquois résidant à New York, qui lui permirent de découvrir un décalage entre les rapports réels au sein des familles et les dénominations ou système d’appellations (père, mère, frère, etc.) utilisés. Ceux-ci relèvent de rapports réels tombés en désuétude. À partir de cette constatation, il reconstruisit un état de choses très primitif qui est celui d’une promiscuité sexuelle. Il étudia ensuite le passage de l’état sauvage à la barbarie puis à la civilisation.

Ses ouvrages essentiels sont: *Systems of Consanguinity and Affinity of the Human Family*, *Ancient Society*.

Pour élargir: J. Poirier, *Histoire de l’ethnologie*, PUF, 1969.

Morris, Charles William, philosophe américain, 1901-1979.

Ses recherches portent notamment sur la théorie des signes. C’est à Morris qu’on doit la systématisation, largement suivie, de la théorie des signes en syntaxe, sémantique et pragmatique. Il porta un intérêt tout particulier au problème des différents comportements humains en relation avec l’utilisation des signes. D’où une théorie générale du discours, et des analyses sur les différents types de discours. À la base de ces recherches on trouve également des préoccupations éthiques et politiques.

Son œuvre principale est: *Signs, Language and Behaviour*.

Pour élargir: *Dictionnaire des philosophes*, sous la direction de D. Huisman, PUF 1984.

Nagel, Ernest, philosophe américain né en Tchécoslovaquie, 1901-1985.

S'intéresse particulièrement au problème de l'explication en science et à celui du réductionnisme. Bien que lié au néopositivisme, il refuse de réduire la philosophie à une analyse du langage et revendique pour celle-ci une fonction critique générale.

Œuvres principales: *Logic and Scientific Method*, *Logic without metaphysics*.

Pour élargir: P. Jacob, *L'empirisme logique*, éd. de Minuit, 1980.

Newton, sir Isaac, physicien, mathématicien et astronome britannique, 1642-1727.

L'apport principal de Newton aux mathématiques est le calcul infinitésimal (appelé par lui calcul des fluxions). En mécanique, il unifia en une théorie scientifique complète et rigoureuse les connaissances existantes, en leur donnant toute leur généralité et en mettant à jour toute leur portée, ceci grâce à la notion de gravitation universelle qui identifie la pesanteur terrestre et les attractions entre les corps célestes. (cf. généralisation newtonienne). Cette mécanique est fondée sur trois principes: a) inertie (explicitée par Galilée et Descartes); b) proportionnalité de la force et de l'accélération (entrevue par Galilée); égalité de l'action et de la réaction, triviale dans l'action par contact mais qu'il étend aux actions à distance. Adhérant à l'héliocentrisme, il appliqua sa mécanique à l'explication des mouvements des planètes.

Son œuvre principale fut les *Principes Mathématiques de Philosophie Naturelle*.

Pour élargir: A. Koyré, *Études newtoniennes*, Gallimard, 1968.

Nietzsche, Friedrich, philosophe allemand, 1844-1900.

Sa philosophie se veut une démythification des valeurs traditionnelles. S'élevant contre la culture de masses, sa philosophie exprime un dédain de l'existence banalisée et une exaltation de l'aventure de la vie. Se libérant de ce qui le mutile, c'est-à-dire de ce qu'il y a d'humain en lui, et répondant au principe de la volonté de puissance, l'homme retrouve en lui le surhumain, c'est-à-dire une plénitude dans laquelle il se détermine et

agit selon une morale de maître, répondant à sa nature la plus profonde et non pas selon une morale d'esclave, qui est celle en vigueur et qui nous vient de la tradition judéo-chrétienne.

Ses œuvres principales furent *L'origine de la tragédie*, *Humain trop humain*, *Le Gai savoir*, *Par delà le bien et le mal*, *Ainsi parlait Zarathoustra*, *La volonté de puissance*.

Pour élargir: K. Jaspers, *Nietzsche, Introduction à sa philosophie*, Gallimard, 1950.

Ockham (ou Guillaume d'Ockham ou Occam ou Ocham ou Okam), philosophe anglais, 1285 ou 90-1347 ou 49.

On lui doit une philosophie nouvelle visant le dépassement aussi bien de l'aristotélisme (défendu à cette époque par les dominicains) que le néoplatonisme (défendu essentiellement par les franciscains), en ce qui concerne notamment la solution proposée par ceux-ci au problème des universaux, c'est-à-dire les genres et les espèces. Pour les premiers, les genres et les espèces sont des abstractions nécessaires à la pensée; pour les deuxièmes, il s'agit d'entités réelles. Ockham, lui-même franciscain, propose une solution franchement opposée à la tradition de son ordre. Les universaux n'existent pas pour lui *in re*. Toutefois, contrairement à la tradition aristotélicienne niant l'existence des universaux mais admettant les idées individuelles, Ockham affirme que le lien entre le fait ou l'objet empirique, et la notion que l'entendement s'en fait, est un mot, celui-ci étant défini à son tour non pas comme une convention purement arbitraire, mais comme une convention pour ainsi dire profonde.

Ses œuvres principales sont: *Commentaires sur les Sentences*, *Somme de Logique*, *Physique*.

Pour élargir: L. Baudry, *G. d'Ockham, sa vie, ses œuvres, ses idées sociales et politiques*, 1950.

Ørsted, Hans Christian, physicien et chimiste danois, 1777-1851.

En 1820, il découvrit le magnétisme dans une célèbre expérience où l'on vit une aiguille aimantée dévier au voisinage d'un courant électrique; cette découverte suscita les travaux d'Ampère et Faraday.

Pascal, Blaise, mathématicien, physicien et philosophe français, 1623-1662.

D'une grande précocité il écrivit à 16 ans un Essai sur les sections coniques et, à dix-huit, il inventa la machine à calculer. Sa vie est marquée par deux périodes: la première tournée vers le monde et la science, la deuxième tournée vers la religion et la métaphysique. En 1654 il se retira à l'abbaye de Port Royal. Le sentiment de la vanité du monde, uni à sa soif de connaissance scientifique, introduisirent dans l'esprit de Pascal une déchirure et une contradiction qui l'habiteront jusqu'à la fin de sa vie et qui se reflètent dans son œuvre principale: les Pensées sur la religion, plus connues sous le titre de Pensées. Cette œuvre devait constituer la base d'une apologie de la religion chrétienne, d'où son caractère fragmentaire, qui permet toutefois de saisir certaines idées fondamentales. Toute la philosophie de Pascal se fonde sur une conception de l'homme qu'il décrit comme un être intermédiaire entre deux extrêmes: le divin et le bestial, entre lesquels il est déchiré continuellement; il ne peut trouver refuge ni dans le divertissement mondain ni dans la contemplation intellectuelle. Il n'y a que la religion et la foi qui puissent amener l'esprit à la croyance de Dieu qui, seul, peut apporter la paix et l'équilibre. Pascal affirma une logique du cœur qui est la faculté amenant à la connaissance des vérités éternelles; ce qui est propre à cette faculté est d'intégrer la rationalité au sein de la foi personnelle. L'un des aspects les plus connus de la philosophie de Pascal est l'argument par lequel il tente d'amener le non croyant à la foi. Il s'agit de son célèbre pari d'après lequel il invite le non croyant à miser sur l'existence de Dieu. Dieu existe ou bien il n'existe pas; il n'y a pas de moyen terme et nous sommes obligés de choisir; si nous pesons le gain et la perte quant à ce pari, si Dieu existe vraiment on a tout à gagner (c'est-à-dire la béatitude) et si Dieu n'existe pas, nous n'avons rien à perdre; "Gagez donc sans hésiter", conclut Pascal. Sa philosophie s'attache également à décrire la fragilité et la faiblesse de la nature humaine: "l'homme est un roseau pensant", c'est-à-dire qu'il possède cette nature contradictoire d'être en même temps foncièrement fragile et désireux et capable d'absolu.

Les œuvres principales sont les Pensées et les Provinciales.

Pour élargir: J. Mesnard, Pascal, l'homme et l'œuvre, Hatier, 1951.

Pavlov, Ivan, physiologiste russe, 1849-1936, Prix Nobel de physiologie en 1904.

Il est particulièrement connu pour ses travaux sur les réflexes conditionnés, ses recherches sur l'activité nerveuse supérieure et celle des grands hémisphères cérébraux. Après avoir élaboré la notion de réflexes conditionnés à travers l'observation des comportements animaux, il a étendu ses thèses à la psychologie humaine, qui se caractérise pour lui par l'apparition d'un second système de signalisation de type symbolique (le langage). Mais la réflexion de Pavlov ne réduit pas pour autant l'ensemble du comportement humain, notamment les fonctions supérieures, à un système de réflexes conditionnés.

Ses œuvres principales sont: Les réflexes conditionnés, Typologie et pathologie de l'activité nerveuse supérieure.

Pour élargir: Grand Dictionnaire de la Psychologie, sous la direction de H. Bloch, Larousse, 1992.

Peirce, Charles Sanders, logicien, mathématicien et philosophe américain, 1839-1914.

Il est le fondateur du pragmatisme, qu'il présente comme une théorie de la signification, identifiant le sens d'un terme ou d'une proposition à l'ensemble des effets qu'ils produisent. Il est considéré comme le pionnier de la sémiotique où il classifia les signes en icônes, indices et symboles selon la nature de la relation du signe à l'objet (respectivement ressemblance, contiguïté ou convention). On lui doit aussi la logique des relations.

Ses écrits ont été rassemblés dans des Collected Papers.

Pour élargir: B. Russell, Histoire de la philosophie occidentale, Gallimard, 1953.

Piaget, Jean, biologiste, psychologue et épistémologue suisse, 1896-1980.

Ses premiers travaux portent sur le phénomène de l'intelligence qu'il conçoit comme l'organe d'adaptation de l'individu à son milieu. Entre l'individu et le milieu il y a une interaction; à travers son intelligence celui-ci façonne le milieu, lequel à son tour, et par la résistance qu'il oppose engendre des modifications dans la structure de la conscience. Piaget porte une attention toute particulière à ces mécanismes afin d'éclairer la genèse et l'évolution de la pensée.

Dans une deuxième étape, la recherche de Piaget s'étend de la pensée tout court à la genèse et la structure de la pensée scientifique.

Ses œuvres principales sont: Le langage et la pensée chez l'enfant, La psychologie de l'intelligence, L'épistémologie génétique.

Pour élargir: Dictionnaire des philosophes, sous la direction de D. Huisman, PUF 1984.

Planck, Max Karl, physicien allemand, 1858-1947.

Ses premiers travaux ont porté sur le domaine de la thermodynamique. Étudiant le problème du corps noir, c'est-à-dire les aspects thermiques du rayonnement électromagnétique, que la mécanique classique n'arrivait pas à expliquer, il fut amené à concevoir l'hypothèse suivant laquelle certains échanges d'énergie ne pouvaient s'effectuer que de manière discontinue; cette hypothèse qui le conduira à apprécier les premiers travaux d'Einstein sur la quantification de l'énergie électromagnétique, mènera un peu plus tard à la formulation de la théorie des quanta.

Pour élargir: A. Einstein et L. Infeld, L'évolution des idées en physique, Payot, 1963.

Platon, philosophe grec, 428-347 av. J.-C.

Créateur du dialogue comme forme d'exposition de la philosophie, Platon en composa 28 où sa pensée est souvent exposée par le personnage de son maître Socrate. La métaphysique platonicienne distingue deux mondes: le monde sensible, celui où se succèdent générations et corruptions de toutes choses, et le monde intelligible, ou monde des Idées. Les idées sont les archétypes dont les choses sensibles ne sont que les copies imparfaites, qui reflètent plus ou moins vaguement leur modèle. La connaissance réside dans l'accès de l'esprit à ces idées; cet accès est en réalité une sorte de souvenir (réminiscence) d'un savoir qui existe en nous comme endormi. Par l'allégorie de la caverne, Platon illustre la difficile élévation de l'âme de l'univers des choses à celui des idées et de celui-là à l'idée suprême, qui est celle du Bien, fondement ontologique de toute chose et guide du comportement moral dont le but ultime est de faire régner la justice. Sur le plan collectif, ce but ne peut s'accomplir que par une organisation très précise de l'État, de type communautaire, gouvernée par des sages ou des philosophes. Il fut le créateur de l'Académie.

Ses œuvres principales sont La République, Apologie de Socrate, Le Banquet, Le Menon, Le Sophiste, Les Lois.

Pour élargir: J. Brun, Platon et l'Académie, PUF, 1960; P.-M. Schuhl, L'œuvre de Platon, Hachette, 1954.

Popper, sir Karl Raimund, philosophe britannique d'origine autrichienne, 1903-1994.

On peut distinguer dans son œuvre a) un versant socio-politique, exprimé notamment dans *La Société ouverte et ses ennemis*, combattant les idéologies totalitaires et closes qui prêchent des changements fondamentaux dans la société (révolutions), en leur opposant une technologie sociale de modification partielles et graduelles et b) un versant épistémologique, exprimé notamment dans *La logique de la découverte scientifique*, où il avance l'idée selon laquelle ce qui caractérise la science n'est pas la vérifiabilité des hypothèses, mais au contraire leur capacité à être réfutées, capacité dont dépend leur perfectibilité et, par là, le progrès du savoir.

Ses œuvres principales sont: *La société ouverte et ses ennemis*, *La logique de la découverte scientifique*, *Conjectures et Réfutations*.

Pour élargir: K. Popper, *La quête inachevée*, Calmann-Lévy, 1974; R. Bouveresse, *Karl Popper, Vrin*, 1978; J.-F. Malherbe, *La philosophie de Karl Popper et le positivisme logique*, PUF, 1980.

Ptolémée, Claude, astronome, mathématicien et géographe grec, 100-170.

Il est l'auteur d'un système du monde qui fit autorité jusqu'à Copernic. Dans ce système la Terre est le centre de l'univers et reste immobile. Les planètes, y compris le Soleil, décrivent un petit mouvement circulaire, l'épicycle, autour d'un centre qui lui-même décrit un grand cercle autour de la Terre.

Son œuvre essentielle fut *L'Almageste*.

Pour élargir: J.-P. Verdet, *Une histoire de l'astronomie*, Seuil, 1990.

Voir: système ptolémaïque.

Pythagore, philosophe et mathématicien grec, 570-480 av. J.-C.

Sa vie est peu connue. Il aurait fondé une communauté religieuse. Partisan de la réincarnation, il affirmait que la pratique de la vertu délivre l'âme de cette "roue des naissances" que sont les réincarnations successives.

On lui attribue l'invention des tables de multiplication, du système décimal et du théorème qui porte son nom. Sa philosophie est fondée sur l'idée que le nombre est la source de toutes choses et capable de rendre

toutes les choses intelligibles. On peut interpréter cette philosophie comme la première tentative de pénétration intellectuelle de la réalité.

Pour élargir: J.-F. Mattéi, Pythagore et le pythagorisme, PUF, 1992.

Quesnay, François, médecin et économiste français, 1694-1774.

Médecin du roi et auteur d'œuvres médicales, il est également l'auteur d'importants travaux d'économie qui s'inscrivent dans la ligne des physiocrates. Il compare la circulation des biens et des services dans la société à la circulation du sang dans le corps. Pour lui, les vraies richesses sont les produits de la terre. Son apport fondamental est l'invention de la macro-économie.

Son œuvre maîtresse est le Tableau économique; il est également l'auteur de deux articles pour l'Encyclopédie: "Fermier" et "Grains".

Quine, Willard Van Orman, philosophe américain, 1908-1992.

Plus attiré par la philosophie logique de tradition européenne que par le pragmatisme américain, il a inscrit, dès le début des années 30, ses propres recherches dans le droit fil de celles de Frege, Russell et Carnap. Très vite pourtant, il se distingue de ces derniers par un intérêt plus poussé pour l'ontologie, ainsi que par sa manière très personnelle d'appliquer la logique à l'analyse de la réalité. On doit à Quine des travaux importants de logique mathématique.

Parmi ses œuvres les plus importantes figurent: Philosophie de la logique, Relativité et Ontologie, Le Mot et la Chose, Méthodes de Logique, Quiddités, Poursuite de la vérité.

Pour élargir: Dictionnaire des philosophes, sous la direction de D. Huisman, PUF 1984.

Ramus, Petrus (Pierre de la Ramée), philosophe français, 1515-1572.

Sa pensée est caractérisée par une violente opposition à la pensée d'Aristote, exprimée dans la dissertation intitulée *Quaecumque ab Aristotele dicta essent commentitia esse* (Tout ce qu'affirma Aristote est faux). Ramus condamne particulièrement les règles logiques du célèbre philosophe qu'il juge non seulement comme stériles, mais comme dangereuses, car elles étouffent et oppriment la création, donc les arts et les sciences. Il faut suivre une dialectique naturelle; dans celle-ci on peut reconnaître deux parties: la première traite de l'inventio: elle a la mission de découvrir des arguments; la deuxième iudicium, de les organiser. Vers

la fin de sa vie, Ramus revendiqua toutefois Aristote, mais il s'agit alors d'après lui du vrai Aristote, et non pas de l'Aristote de l' Organon, dont, d'après Ramus, il n'était même pas l'auteur.

Outre sa dissertation contre Aristote on peut citer *Animadversiones et Dialecticae Institutiones*.

Pour élargir: R. Barroux, *Pierre de la Ramée et son influence philosophique*, 1922.

Reichenbach, Hans, logicien et philosophe allemand, 1891-1953.

L'essentiel de son œuvre est consacré à l'étude des implications philosophiques de la théorie de la relativité et de la mécanique quantique. Pour éliminer les anomalies de cette dernière, il a proposé une logique trivalente. Cependant son apport majeur a consisté en une définition fréquentielle de la probabilité, où celle-ci est identifiée à la fréquence limite dans une suite infinie d'événements.

Ses œuvres principales sont: *Wahrscheinlichkeitslehre* et *Direction of Time*.

Pour élargir: *Dictionnaire des philosophes*, sous la direction de D. Huisman, PUF 1984.

Renan, Ernest, écrivain et historien des religions français, 1823-1892.

Élevé de façon extrêmement pieuse, il quitte le séminaire de Saint-Sulpice à Paris, suite à une crise religieuse, et se consacre à l'étude de la philologie hébraïque. Sa rencontre avec Marcelin Berthelot est décisive dans son parcours intellectuel; cette rencontre marque le début de sa foi dans la science positive et le progrès social. Son œuvre principale, *L'avenir de la science*, représente un manifeste de la foi scientifique. Il critique toutefois le positivisme de Comte. Son œuvre contient plusieurs autres centres d'intérêt: l'étude des "productions spontanées" de l'humanité, en particulier les langues et la religion, d'où d'importantes études de linguistique comparée et d'histoire des religions.

Outre *L'avenir de la science*, il écrivit une *Vie de Jésus* qui connût un grand succès.

Pour élargir:, *Dictionnaire des philosophes*, sous la direction de D. Huisman, PUF, 1984.

Rickert, Heinrich, philosophe allemand, 1863-1936.

Se plaçant dans une perspective néokantienne, il affirma la primauté de la raison pratique sur la raison pure. Il s'est interrogé sur la relation entre le règne des valeurs et celui de la réalité, et a posé le troisième règne, celui de la culture.

Ses œuvres principales furent *L'objet de la connaissance*, *Problèmes des fondements de la méthodologie*, de l'ontologie et de l'anthropologie.

Pour élargir: Dictionnaire des philosophes, sous la direction de D. Huisman, PUF 1984.

Riemann, Bernhard, mathématicien allemand, 1826-1866.

Sa théorie des surfaces "à plusieurs feuillets" élargit le champ de l'étude des fonctions d'une variable complexe, en transformant des fonctions "multiformes" (comme par exemple la racine carrée complexe qui, à tout complexe non nul, associerait deux complexes distincts), en un faisceau de fonctions de type classique (à une valeur de la variable on associe une valeur déterminée et une seule); dans le cas de la racine carrée, son idée revient à créer "au-dessus des complexes" une surface "double", de telle sorte qu'à chaque complexe non nul, on associe deux images, situées chacune dans des "copies virtuelles" de l'ensemble des complexes, que l'on pourrait imaginer comme deux feuillets, situés l'un au-dessus de l'autre; une particularité de ce "feuilletage" est que le complexe zéro ne possède qu'une seule image, ces deux feuillets superposés se retrouvent donc et se recollent en un seul point correspondant à zéro. Cette construction a ainsi fait apparaître des objets géométriques "abstraits" et mis en évidence des propriétés nouvelles, comme celle de "multiplicité d'un point"; d'où la naissance d'une discipline mathématique nouvelle: la topologie. Dans le domaine de l'analyse, il élargit le champ de l'intégrale à un ensemble de fonctions plus grand que ce qu'autorisait l'intégrale de Cauchy; l'intégrale de Riemann est encore celle qui domine l'enseignement du premier cycle dans les différents pays, bien qu'elle soit considérée comme insuffisante pour l'usage des mathématiciens comme pour celui des utilisateurs de cette discipline, et elle a été enrichie (par exemple par Henri Lebesgue). On lui doit aussi l'hypothèse (hypothèse de Riemann) sur la répartition des solutions complexes de la fonction zêta; hypothèse encore non démontrée.

Pour élargir: Jean Claude Pont, *La topologie algébrique des origines à Poincaré*, PUF, 1974.

Roscelin de Compiègne, penseur français, env. 1050-1120.

Son œuvre est marquée par la crainte philosophique de voir substantialiser les universaux, les qualités ou les chimères et par celle du retour aux archétypes grecs qui expliquaient le concret par l'abstrait plutôt que le contraire. Pour lui seul l'individu est réel et les universaux ne sont que des flatus voces.

Œuvres: Patrologie latine, Petrus Abelardus.

Pour élargir: F. Picavet, Roscelin, philosophe et théologien, d'après la légende et d'après l'histoire, Alcan, 1911.

Russell, Bertrand, philosophe et logicien britannique, 1872-1970.

C'est dans Principia Mathematica, rédigé avec Whitehead, qu'il affirme la logique comme base des notions et des développements mathématiques. Son ambition est la mise au point d'un système permettant la reconstruction complète des mathématiques en partant d'un nombre restreint de concepts logiques premiers. Gödel montrera plus tard qu'un tel programme est irréalisable. Son œuvre reflète également une préoccupation pour les ambiguïtés du langage, les paradoxes et les curiosités verbales. Soit par exemple l'expression "l'actuel roi de France est chauve"; ce type de proposition n'est pas pour lui, comme pour d'autres logiciens, de la même nature que "Socrate est mortel", car le sujet est en question. Pour résoudre ce type de difficultés, il élabore une théorie des descriptions susceptible de s'appliquer aux propositions, pour déterminer si celles-ci sont vraies ou non. Dans la ligne des expressions à problèmes, les paradoxes retiennent particulièrement l'attention de Russell; selon Russell il y a paradoxe parce qu'une proposition mélange différents niveaux logiques, niveaux définis dans sa théorie des types. L'analyse logique s'étend ensuite à la résolution de problèmes non seulement verbaux mais aussi épistémologiques, dans la mesure où ceux-ci font intervenir le langage. C'est à cette préoccupation qu'on doit la classification tripartite des énoncés en vrais, faux et dépourvus de sens, classification reprise ensuite par les néopositivistes.

Outre l'œuvre citée, il propose sa théorie des descriptions dans son célèbre article On denoting.

Pour élargir: Bertrand Russell, Histoire de mes idées philosophiques, Gallimard, 1961.

Saussure, Ferdinand de, linguiste suisse, 1857-1913.

Il a jeté les bases de la linguistique moderne en introduisant la différence entre langue et langage et en introduisant la notion de structure pour l'étude du phénomène de la langue.

Son œuvre principale fut le Cours de linguistique générale.

Pour élargir: Georges Mounin, Ferdinand de Saussure ou le structuraliste sans le savoir, Seghers, 1967.

Scheler, Max, philosophe allemand, 1874-1928.

Il fut influencé par la phénoménologie husserlienne; il distingue entre l'essence et l'intelligible, et affirme l'indépendance des valeurs éternelles et immuables en même temps qu'il reconnaît l'historicité de l'homme.

Ses œuvres principales furent Le formalisme en éthique et l'éthique matérielle des valeurs, La place de l'homme dans le cosmos.

Pour élargir: G. Gurvitch, Les tendances actuelles de la philosophie allemande, Vrin, 1949.

Schlick, Moritz, philosophe allemand, 1882-1936.

Intéressé d'abord par la physique, il se tourna vers la philosophie, plus particulièrement la philosophie des sciences. L'école néopositiviste ou Cercle de Vienne est issue d'un séminaire qu'il organisa et dont les positions s'exprimèrent dans la revue Erkenntnis.

Ses positions ont été développées dans ses ouvrages: Théorie Générale de la connaissance, Espace et temps dans la physique contemporaine, Questions d'éthique.

Sénèque, philosophe latin, 2 av. J.-C. 65 apr. J.-C.

Il fut le précepteur de Néron, avant que celui-ci ne lui ordonne de se suicider. Sénèque défend une attitude stoïcienne, appliquée à la morale et aussi à la politique. L'homme individuel aussi bien que l'homme d'état doivent suivre une discipline de vie qui est essentiellement une lutte contre les passions, discipline qui, seule, peut apporter le bonheur et la sagesse.

Ses œuvres principales sont: Consolations, De la constance du sage, De la tranquillité de l'âme.

Pour élargir: P. Aubenque et J. M. André, Sénèque, Seghers, 1964.

Shannon, Claude Elwood, mathématicien américain, né en 1916.

A travaillé dans des domaines de la mathématique appliquée; il est à l'origine de la théorie de l'information dont il a donné les bases théoriques dans son ouvrage *Mathematical theory of communication* publié en 1949.

Simmel, Georg, sociologue et philosophe allemand, 1858-1918.

Simmel essaye de déterminer les invariants qui se dissimulent dans le flot continu de la vie sociale, c'est-à-dire les actions réciproques entre les individus. Ces invariants, constitutifs de toute institution sociale, sont définis indépendamment de tout contenu et appelés formes. Il est le fondateur du formalisme en sociologie, courant que l'on peut définir comme la tentative de construire une géométrie sociale. Bien qu'il n'ait pu atteindre son but il eut une grande influence sur le développement de la sociologie.

Ses œuvres principales sont: *Sociologie et épistémologie*, *Les problèmes de la philosophie de l'histoire*, *Philosophie de l'Histoire*, *Soziale Differenzierung*, *Soziologie*, *Grundfragen des Soziologie*.

Pour élargir: F. Léger, *La pensée de Georges Simmel*, Kiné Éditeur, 1968.

Smith, Adam, économiste britannique, 1723-1790.

Les principaux points de sa doctrine sont: la considération du travail comme source de la richesse, la théorie de la valeur fondée sur les notions de l'offre et de la demande, la théorie de l'autorégulation de la société (chacun répondant à ses intérêts, une harmonie s'instaure dans la société comme par l'action d'une "main invisible"), la liberté de commerce et la concurrence, privilégiée et élevée à la hauteur d'un axiome.

Son œuvre principale fut *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*.

Pour élargir: R. Heilbroner, *Les grands économistes*, Seuil, 1970.

Spengler, Oswald, philosophe allemand, 1880-1936.

Son système est construit sur la constatation du déclin de la société occidentale depuis le XIXe siècle. Dans une ample philosophie de l'Histoire au déterminisme absolu, sans place pour le hasard ou le contingent, il décrit les grandes cultures depuis l'Égypte jusqu'à la culture occidentale, en passant par l'Inde, la Chine, la Grèce, etc., dans lesquelles il reconnaît une jeunesse, une maturité et un déclin. Il établit la différence dans chacune d'entre elles entre culture et civilisation, la première étant

l'authentique création de l'esprit, dans la seconde l'intelligence prend le dessus et annonce le déclin. Ces conclusions sont appliquées à l'Europe, qui achève sa course; incapable de recréer sa culture, elle abandonne son avenir entre les mains des "ingénieurs", ce qui donne aux Allemands la mission historique de sauver la dernière race héroïque et puissante.

Son œuvre la plus connue est *Le Déclin de l'Occident*.

Pour élargir: F. Alquié, *Le rationalisme de Spengler*, PUF, 1981; R. Misrahi, *Spengler, introduction et choix de textes*, Seghers, 1964.

Spinoza, Baruch, philosophe hollandais d'origine judéo-portugaise, 1632-1677.

Sa philosophie peut être interprétée comme une tentative de chercher dans la connaissance le bien suprême, capable de donner à l'individu la sérénité de l'esprit. Ce bien suprême n'est autre chose que la connaissance de Dieu qui est à son tour l'unité de l'univers; c'est-à-dire ce qui existe, ou encore la Réalité, la Substance ou la Nature. Ce que nous connaissons de celle-ci ce sont ses attributs, c'est-à-dire la pensée et l'étendue et ses modes qui sont les choses singulières. La réalité dont parle Spinoza est ainsi éminemment positive. Dans un pareil système, où tout est Dieu on a vu un panthéisme et même un athéisme. En tout cas cette conception de la réalité comme identique à Dieu (et non pas comme émanant de lui), fait de ce système une métaphysique très singulière et profondément originale. Spinoza tente de donner à sa démarche la rigueur des raisonnements mathématiques; son *Éthique* est ainsi construite *more geometrico*, c'est-à-dire qu'elle procède au moyen d'axiomes, de définitions et de démonstrations.

Ses œuvres principales furent l' *Éthique* et le *Traité théologico-politique*.

Pour élargir: Karl Jaspers, *Les grands philosophes*, IVe partie, éditions Plon, 1972; R. Misrahi, *Spinoza*, éditions J. Grancher, 1992.

Spranger, Eduard, philosophe allemand, 1882-1963.

Disciple de Dilthey, il compléta et systématisa les travaux de celui-ci, spécialement en ce qui concerne l'approfondissement de la notion de compréhension. Comprendre est pour lui saisir le sens et la compréhension est possible parce que ce qui est compris a un sens, c'est-à-dire un rapport à une totalité structurée. Ses travaux portent également sur les rapports entre culture et éducation et contiennent des réflexions sur

le rôle de l'éducateur, dont la fonction est moins de transmettre des contenus que de former les esprits.

Ses Œuvres ont été rassemblées en 9 volumes.

Pour élargir: Dictionnaire des philosophes, sous la direction de D. Huisman, PUF, 1984.

Tarski, Alfred, logicien et mathématicien américain d'origine polonaise, 1902-1983.

Il introduit en logique et en philosophie l'idée moderne de vérité comme concept sémantique. Il reprend l'idée classique de la vérité comme correspondance, déjà définie par Aristote mais il introduit l'idée selon laquelle la vérité d'une proposition est formulable seulement dans une méta-proposition. Pour affirmer ou nier la vérité d'une proposition il faut donc deux niveaux de langage que l'on peut préciser à l'aide des guillemets: "“La neige est blanche” est vrai si et seulement si la neige est blanche”. Cette distinction est importante en ce qu'elle montre qu'on ne peut pas décider de la vérité ou de la fausseté d'une proposition dans son propre langage.

Son œuvre principale est Logique, Sémantique, Métamathématique.

Pour élargir: Dictionnaire des philosophes, sous la direction de D. Huisman, PUF 1984.

Thalès de Milet, philosophe, astronome et géomètre grec, 625-547 av. J.-C.

Son système philosophique admet que tout provient de l'élément aquatique, aussi bien la vie que les autres éléments.

Pour élargir: P.-M. Schuhl, Essai sur la formation de la pensée grecque, A. Michel, 1934.

Tocqueville, Charles Alexis Henri Clérel de, homme politique, historien et philosophe français, 1805-1859.

Nommé juge en 1827, il est chargé peu après d'une étude sur le système pénitentiaire américain; les observations que Tocqueville recueille de ce voyage dépassent largement l'objectif initial et constituent un portrait de la vie américaine dans ses plus divers aspects ainsi qu'une théorie de la démocratie en général.

Cet ensemble constitue son œuvre principale, De la Démocratie en Amérique.

Pour élargir: R. Aron, Les étapes de la pensée sociologique, Gallimard, 1983.

Turgot, Anne Robert Jacques, homme d'état et économiste français, 1727-1881.

Nommé contrôleur général des finances par Louis XVI et ministre d'État, il applique un vaste projet économique fondé sur les idées des physiocrates.

Twain, Samuel Langhorne dit Mark, écrivain américain, 1835-1910.

Ses œuvres principales ont pour thème l'innocence et le mal et dénoncent les excès de la civilisation.

On citera Les aventures de Tom Sawyer, Les aventures d'Huckleberry Finn, Vie sur le Mississippi.

Tylor, sir Edward Burnett, ethnologue britannique, 1832-1917.

Il proposa une théorie animiste selon laquelle la mentalité primitive conçoit la réalité comme composée d'êtres dotés d'une âme et donc animés d'intentions (que ce soient des hommes, des animaux, des minéraux ou de végétaux). Cette théorie fut largement critiquée, par exemple, par Mauss et Durkheim.

Son livre Anthropology, an introduction to the Study of Man and Civilization contient, outre ses propres théories, un résumé de la science anthropologique de l'époque.

Pour élargir: J. Poirier, Histoire de l'ethnologie, PUF, 1969.

Waismann, Friederich, philosophe allemand émigré en Angleterre, 1896-1959.

Appartient pendant son séjour à Vienne au cercle néopositiviste et rejoint par la suite des positions proches de la pensée de Wittgenstein. Il soutient une thèse conventionnaliste des mathématiques. On lui doit également l'idée selon laquelle en vertu de leur caractère "ouvert", les notions empiriques ne sont jamais tout à fait vérifiables.

Ses travaux figurent dans Einführung in das mathematische Denken: die Begriffsbildung der Modern Mathematik.

Pour élargir: P. Jacob, L'empirisme logique, éd. de Minuit, 1980.

Whewell, William, philosophe britannique, 1794-1866.

Se fondant sur une étude historique des procédés de la science naturelle, il recherche et essaye de déterminer les éléments a priori qui interviennent dans la découverte scientifique et leur rapport avec les éléments qui procèdent de l'expérience. L'a priori consiste principalement en des idées vides ou des représentations générales, mais il ne s'agit pas de structures figées ou statiques; il s'agit au contraire de formes qui se modifient avec l'évolution de la connaissance. Quant aux faits eux-mêmes, la science ne consiste pas à les cueillir tels que nous les percevons, mais à les organiser au moyen d'hypothèses. La philosophie de Whewell représente la reconnaissance de la valeur de l'hypothèse et donc de la méthode expérimentale dans la construction de la science.

Ses œuvres principales furent Philosophie des sciences inductives fondée sur l'Histoire ou *Novum Organum Renovatum*.

Pour élargir: R. Blanché, *Le rationalisme de Whewell*, Alcan, 1935.

Whitehead, Alfred North, philosophe et mathématicien américain, d'origine britannique, 1861-1947.

On distingue trois périodes dans son œuvre: les recherches mathématiques et logiques, les recherches épistémologiques et la quête métaphysique. Les premières donnent lieu aux célèbres *Principia Mathematica* en collaboration avec Bertrand Russell. Les questions épistémologiques qu'il aborde ensuite sont solidaires en fait de ses positions métaphysiques; adhérant à l'empirisme, il essayera par la suite de concilier le monde de la perception et celui de la science. Il aboutit à une vision organique de la nature et à un vitalisme.

Pour élargir: B. Russell, *Histoire de mes idées philosophiques*, Gallimard, 1961.

Wiener, Norbert, mathématicien américain, 1894-1964.

Ayant commencé ses recherches dans le domaine des mathématiques, il se tourna vers la théorie de la communication et fonda la cybernétique.

Son œuvre principale fut *Cybernetics, or Control and Communication in the Man and the Machine*

Pour élargir: L. Couffignal, *La cybernétique*, PUF, 1963.

Wittgenstein, Ludwig Joseph, philosophe et logicien allemand, naturalisé britannique, 1889-1951.

De l'extrême complexité de la philosophie de Wittgenstein, écrite de façon discontinue et sous forme d'aphorismes, on peut extraire un fil conducteur: celui des rapports entre le langage et le monde. Le langage est considéré comme une image du monde; à son tour le monde est l'ensemble non pas des choses mais des faits élémentaires. Dans cet aspect de sa philosophie, Wittgenstein soutient une thèse voisine de celle de Russell: toute proposition douée de sens peut être composée d'atomes logiques. Car une proposition qui n'est pas composée à partir de faits simples ou atomiques, n'a pas de sens. Wittgenstein radicalise la distinction tripartite de Russell: propositions vraies, fausses et dépourvues de sens. Ces dernières ne sont pas pour lui des propositions qui ne respectent pas la théorie des types logiques (selon la théorie des types de Russell), mais des propositions qui n'ont pas d'objet. Ainsi la métaphysique est composée exclusivement de ce type d'énoncés et elle est en conséquence dépourvue de signification.

Son œuvre principale est le *Tractatus logico-philosophicus*.

Pour élargir: A. Ayer, Wittgenstein, Seghers, 1986.

Wundt, Wilhelm, psychologue et physiologiste allemand, 1832-1920.

Dans ses travaux on retient plus particulièrement la formation d'une psychologie scientifique, mais cette œuvre est solidaire d'une réflexion philosophique plus large destinée à combattre le positivisme régnant et à le dépasser. Ce dépassement est atteint par la reconnaissance de l'autonomie et de la spécificité des sciences de l'esprit (que le positivisme voulait réduire aux sciences de la nature). Dans ce but, Wundt propose une psychologie scientifique destinée à servir de pont entre les sciences naturelles et les sciences de la culture. Il s'agit d'une psychologie expérimentale qui s'en tient aux données de l'expérience externe aussi bien qu'à celles de l'expérience interne, c'est-à-dire au vécu du sujet.

Son œuvre principale est *Éléments de psychologie physiologique*.

BIBLIOGRAPHIE

Œuvres principales de Mario Bunge

Œuvres sur Bunge

Œuvres de référence

Œuvres principales de Mario Bunge

Causality; the Place of the Causal Principle in Modern Science, 1959

The myth of Simplicity, 1963.

Intuicion y Ciencia, 1964.

Foundations of Physics, 1967.

La investigacion cientifica, 1969

Method, Model and Matter, 1973.

The Mind Body Problem, 1980.

Ciencia y desarrollo, 1980.

Filosofia de la fisica, 1983.

Racionalidad y realismo, 1975.

Seudociencia e ideologia, 1985.

Treatise on basic philosophy, 8 volumes, 1989.

En français on peut lire:

Épistémologie, traduction de l'espagnol de H. Donadieu, Paris, Maloine, 1983.

Les théories de la causalité (avec Halbwachs, Kuhn, Piaget et al.), PUF, 1971.

Une caricature de la science; la très nouvelle sociologie de la science, éditions Vigdor, 1977.

Œuvres sur Bunge:

J. Agassi et R. S. Cohen: *Scientific Philosophy Today. Essays in Honor of Mario Bunge*, Reidel, 1982.

On peut trouver des références très complètes sur l'œuvre de Bunge p. 489-500.

Œuvres de référence

Alquié, Ferdinand: *Le rationalisme de Spengler*, PUF, 1981.

Andoyer, H.: *L'œuvre scientifique de Laplace*, Payot, 1922.

Aron, Raymond: *Les étapes de la pensée sociologique*, Gallimard, 1983.

Aubenque, P. et André, J. M.: *Sénèque*, Seghers, 1964.

Ayer, Alfred: *Langage, Vérité et Logique*, Flammarion, 1956.

Ayer, Alfred: *Wittgenstein*, Seghers, 1986.

Balandier, Georges: *Gurvitch, sa vie, son œuvre*, PUF, 1972.

Barnett, Lincoln: *Einstein et l'univers*, Gallimard, 1951.

Barroux, R.: *Pierre de la Ramée et son influence philosophique*, 1922.

Baudry, L.: *G. d'Ockham, sa vie, ses œuvres, ses idées sociales et politiques*, Vrin, 1950.

Belaval, Y.: *Leibniz, initiation à sa philosophie*, Vrin, 1964.

Bernard, Claude: *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, éditions Vigdor, 1996.

Blanché, Robert: *Introduction à la logique contemporaine*, Armand Colin, 1968.

Blanché, Robert: *La logique et son histoire, d'Aristote à Russell*, A. Colin, 1970.

Blanché, Robert: *L'induction scientifique et les lois naturelles*, PUF, 1975.

Blanché, Robert: *La méthode expérimentale et la philosophie de la physique*, A. Colin, 1969.

Blanché, Robert: *Le rationalisme de Whewell*, Alcan, 1935.

Borel, Émile: *Probabilité et Certitude*, PUF, 1963.

Boss, G.: *John Stuart Mill: induction et utilité*, PUF, 1990.

Boudot, Maurice: Logique inductive et probabilité, A. Colin, 1972.

Boutoul, G.: Histoire de la sociologie, PUF, 1961.

Boutroux, É.: William James, A. Colin, 1911.

Bouveresse, R.: Karl Popper, Vrin, 1978.

Brogie, Louis de: Un itinéraire scientifique, La Découverte, 1987.

Brun, Jean: Aristote et le Lycée, PUF, 1961.

Brun, Jean: Le Stoïcisme, PUF 1958.

Brun, Jean: Les Présocratiques, PUF, 1973.

Brun, Jean: Platon et l'Académie, PUF, 1960.

Casanova, G.: L'algèbre de Boole, PUF, 1979.

Cazeneuve, Jean: Lévy-Bruhl, PUF, 1965.

Cazeneuve, Jean: Sociologie de Marcel Mauss, PUF, Paris, 1968.

Chalmers, Alan: Qu'est-ce que la science? Récents développements en philosophie des sciences, La Découverte, 1987.

Chevalier, Jacques: Bergson, Plon, 1940.

Combès, M.: Fondements des mathématiques, PUF, 1971.

Cornu, A.: K. Marx et F. Engels, leur vie et leur œuvre, PUF, 1955.

Couffignal, Louis: La cybernétique, PUF, 1963

Cresson, André: Henri Bergson, sa vie, son œuvre, PUF 1961.

Dahan-Dalmedico, A. et Peiffer, J.: Une histoire des mathématiques, routes et dédales, Seuil, 1986.

Deheuvels, P.: La probabilité, le hasard, la certitude, PUF, 1982.

Delachet, A.: la Topologie, PUF, 1978.

Delay, J.: La Psychophysiologie humaine, PUF, 1945.

Duvignaud, J.: Durkheim, PUF, 1965.

Einstein, A. et Infeld, L.: L'évolution des idées en physique, Payot, 1963.

Einstein, Albert: La théorie de la Relativité restreinte et générale, exposé élémentaire, Gauthier-Villars, 1969.

Falletta, N.: Le Livre des Paradoxes, Belfond éditeur, 1983.

Faure, R., Boss J.-P. et le Garff, A.: La recherche opérationnelle, PUF, 1980.

Fluorens, Pierre: Histoire des travaux et des idées de Buffon, Éditions Aujourd'hui, 1975.

Foulquié, Paul: La Dialectique, PUF, 1949.

Gilson, E.: Constantes philosophiques de l'être, Vrin, 1983.

Cornu, A.: K. Marx et F. Engels, leur vie et leur œuvre, PUF, 1955.

Couffignal, Louis: La cybernétique, PUF, 1963

Cresson, André: Henri Bergson, sa vie, son œuvre, PUF 1961.

Dahan-Dalmedico, A. et Peiffer, J.: Une histoire des mathématiques, routes et dédales, Seuil, 1986.

Deheuvels, P.: La probabilité, le hasard, la certitude, PUF, 1982.

Delachet, A.: la Topologie, PUF, 1978.

Delay, J.: La Psychophysiologie humaine, PUF, 1945.

Duvignaud, J.: Durkheim, PUF, 1965.

Einstein, A. et Infeld, L.: L'évolution des idées en physique, Payot, 1963.

Einstein, Albert: La théorie de la Relativité restreinte et générale, exposé élémentaire, Gauthier-Villars, 1969.

Falletta, N.: Le Livre des Paradoxes, Belfond éditeur, 1983.

Faure, R., Boss J.-P. et le Garff, A.: La recherche opérationnelle, PUF, 1980.

Fluorens, Pierre: Histoire des travaux et des idées de Buffon, Éditions Aujourd'hui, 1975.

Foulquié, Paul: La Dialectique, PUF, 1949.

Gilson, E.: Constantes philosophiques de l'être, Vrin, 1983.

Gilson, E.: La philosophie au Moyen-Age, Payot, 1830.

Gouhier, H.: La philosophie d'A. Comte, esquisses, Vrin, 1987.

Grmek, Mirko: Claude Bernard et la méthode expérimentale, Payot, 1991.

Groethuyssen, Bernard: Anthropologie philosophique, Gallimard, 1953.

Gurvitch, G.: Les tendances actuelles de la philosophie allemande, Vrin, 1949.

Hamelin, O.: Le système de Descartes, Alcan, 1921.

Hartog, François: Le XIXe siècle et l'histoire, le cas Fustel de Coulanges, PUF, 1988.

Heilbroner, R.: Les grands économistes, Seuil, 1970.

Hempel, Carl: Éléments d'épistémologie, A. Colin éditions 1972.

Hours, Joseph: Valeur de l'Histoire, PUF, 1963.

Huisman, Denis: L'esthétique, PUF, 1954.

Jaccard, Roland: Freud, PUF, 1983.

Jaccard, Roland: La tentation nihiliste, PUF, 1961.

Jacquard, Albert: Les probabilités, PUF, 1974.

Jacques, J.: Berthelot, autopsie d'un mythe, Belin, 1987.

Jacob, François: La logique du vivant, Gallimard, 1970. Jacob, Pierre, L'empirisme logique, Éditions de Minuit, 1990.

Jacques, Jean: Berthelot, autopsie d'un mythe, Belin, 1987.

Jaspers, Karl: Les grands philosophes, IVe partie, Plon, 1972.

Jaspers, Karl: Nietzsche, Introduction à sa philosophie, Gallimard, 1950.

Koestler, Arthur: Les Somnambules, Calman-Lévy, 1960.

Kojève, A.: Introduction à la lecture de Hegel, Gallimard, 1947.

Kojève, A.: Kant, Gallimard, 1973.

Koyré, Alexandre: Du Monde clos à l'univers infini, Gallimard, 1988.

Koyré, Alexandre: Études Newtoniennes, Gallimard, 1968.

Koyré, Alexandre: La révolution astronomique, Hermann, 1974.

Kuhn, Thomas: La Révolution copernicienne, Fayard, 1973.

Kuhn, Thomas: La structure des révolutions scientifiques, Flammarion, 1970.

Lacroix, J.: La sociologie d'A. Comte, PUF, 1973.

Lagache, Daniel: La Psychanalyse, PUF, 1982.

Lalande, André: Vocabulaire technique et critique de la philosophie PUF, 1993.

Lefebvre, Henri: Pour connaître la pensée de Karl Marx, Bordas, 1966.

Léger, François: La pensée de Georges Simmel, Kiné éditions, 1968.

Leroy, A.-L.: Locke, sa vie son œuvre, avec un exposé de sa philosophie, PUF, 1964.

Llinarès, Armand: Raymond Lulle, philosophe de l'action, Allier (Grenoble), 1963.

Lochak, Georges: Louis de Broglie, Flammarion, 1992.

Liotard, Jean-François: La phénoménologie, PUF, 1982.

Maisonneuve, Jean: Psychologie sociale, PUF, 1950. Malherbe, F., Thomas Hobbes, Vrin, 1984.

Malherbe, Jean-François: La philosophie de Karl Popper et le positivisme logique, PUF, 1980.

Malherbe, M.: La philosophie empiriste de D. Hume, Vrin, 1976.

Mattéi, J.-F.: Pythagore et le pythagorisme, PUF, 1992.

Mead, Margaret: Du givre sur les ronces, autobiographie, Seuil, 1977.

Merleau-Ponty: Jacques, Einstein, Flammarion, 1993.

Merleau-Ponty, Jacques: Leçons sur la genèse des théories physiques: Galilée, Ampère, Einstein, Vrin 1974.

Mesnard, J.: Pascal, l'homme et l'œuvre, Hatier, 1951.

Mill, John Stuart: L'Utilitarisme, Flammarion, 1988.

Misrahi, Robert: Martin Buber, philosophe de la relation, Seghers, 1968.

Misrahi, Robert: Spengler, introduction et choix de textes, Seghers, 1964.

Misrahi, Robert: Spinoza, éditions J. Grancher, 1992.

Moreau, P. F.: Hobbes, philosophie, science, religion, PUF, 1989.

Mounin, Georges: Ferdinand de Saussure ou le structuraliste sans le savoir, Seghers, 1967.

Paty, Michel: Einstein philosophe, PUF, 1993.

Piaget, Jean: Le Structuralisme, PUF, 1987.

Picavet, F.: Roscelin, philosophe et théologien, d'après la légende et d'après l'histoire, Alcan, 1911.

Poincaré, Henri: La science et l'Hypothèse, Flammarion, 1968.

Poirier, Jean: Histoire de l'ethnologie, PUF, 1969.

- Poirier, Jean-Pierre: Laurent Antoine de Lavoisier, Éditions Py, 1993.
- Pont, Jean Claude: La topologie algébrique des origines à Poincaré, PUF, 1974.
- Popper, Karl: La quête inachevée, Calmann-Lévy, 1974.
- Reuchlin, Maurice: Histoire de la psychologie, PUF 1969.
- Rodis-Lewis, Geneviève: Descartes et le rationalisme, PUF, 1966.
- Romilly, Jacqueline: Introduction et présentation dans Hérodote, Œuvres complètes, Gallimard, 1989.
- Rouilhan, Philippe de: Frege les paradoxes de la représentation, Éditions de Minuit, 1988.
- Russell, Bertrand: Histoire de la philosophie occidentale, Gallimard, 1953.
- Russell, Bertrand: Histoire de mes idées philosophiques, Gallimard, 1961.
- Schuhl, Pierre-Maxime: Essai sur la formation de la pensée grecque, A. Michel, 1934.
- Schuhl, Pierre-Maxime: L'œuvre de Platon, Hachette, 1954.
- Souffrin, P.: Trois études sur l'œuvre d'Archimède, in Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences, CNRS, 1980.
- Souriau, E.: Clefs pour l'esthétique, Seghers, 1970.
- Tort, Patrick: Vénus physique. Lettre sur le progrès de la science, Aubier-Flammarion, 1980.
- Toulmin, S.: L'explication scientifique, A. Colin, 1973. Van Tieghen, Ph., Dictionnaire des littératures, PUF, 1984.
- Vax, Louis: L'empirisme logique, PUF, 1970.
- Vax, Louis: Lexique Logique, PUF, 1982.
- Verdet, J.-P.: Une histoire de l'astronomie, Seuil, 1990.
- Vessereau, A.: La statistique, PUF, 1968.
- Wolff, J.: Histoire de la pensée économique, de l'origine à nos jours, 1991.

Ouvrages collectifs

Abrégé d'Histoire des Mathématiques, 1700-1900, sous la direction de J. Dieudonné, Hermann, 1978.

Encyclopédie internationale des sciences et des techniques, sous la direction scientifique de Pierre Auger, Mirko Grmek, et Michel Catin, Presses de la Cité, 1971.

Grand Dictionnaire de la Psychologie, sous la direction de H. Bloch, Larousse, 1992.

La Sociologie, Les Dictionnaires Marabout Université, dirigé par Jacques Dumont et Philippe Vandooren, Marabout, 1972.

Dictionnaire des philosophes, sous la direction de D. Huisman, PUF, 1984.