

Chapitre 1

Sciences et techniques : histoire d'un champ disciplinaire

Ce fut un vaste projet des Lumières non seulement de dresser l'inventaire des savoirs et des savoir-faire mais aussi d'en écrire l'histoire. À peine l'Académie des sciences de Paris était-elle dotée d'un règlement en 1699 qu'elle aspirait à publier une *Histoire* assortie de *Mémoires* tirés de ses propres registres. Fondée sur la notion même de progrès, plus tard rendue légitime par le scientisme et le positivisme, l'histoire des sciences en tant que discipline tarde cependant à acquérir un statut académique. Ce champ disciplinaire est par ailleurs toujours hanté de débats sur ses finalités et ses méthodes qui méritent qu'on s'y attarde si l'on veut comprendre les enjeux de la période.

De l'encyclopédisme à l'*Encyclopédie* : l'arbre des connaissances de la Renaissance aux Lumières

Et si l'histoire des sciences et des techniques n'allait pas de soi ? Comme on le verra tout au long de ce chapitre, la catégorie même de « science(s) » est problématique et ambiguë. Il en est de même pour les techniques longtemps désignées comme « arts » parmi lesquels on rangeait par exemple la médecine et l'alchimie. Faire l'histoire des sciences et des techniques avant 1800 revient donc à faire l'histoire d'une chose *qui n'existe pas encore*. Si bien que l'historien de ces disciplines se trouve à peu près dans la situation qui fut celle d'Edward P. Thompson (1924-1993)

lorsqu'un éditeur londonien lui proposa d'écrire une histoire politique de la « classe ouvrière » entre 1790 et 1921 et qui produisit un seul mais monumental volume : *The Making of the English Working Class* (1963). Au tout début de la préface de ce livre devenu fameux, Thompson avertit son lecteur : « Le mot *formation* (« making ») indique que l'objet de cette étude est un processus actif, mis en œuvre par des agents tout autant que par des conditions. La classe ouvrière n'est pas apparue comme le soleil à un moment donné. Elle a été partie prenante de sa propre formation. »¹ Remplacez « classe ouvrière » par « science moderne » et l'objet même du chapitre qui suit sera défini. Il s'agit ici de rendre compte, dans son contexte culturel large, de la lente émergence des catégories historiques de « sciences » et de « techniques ».

La *scientia* n'est pas les sciences

En grec ancien, le mot « science » n'existe pas : ses équivalents – sans être des synonymes – sont *philosophia* (quête de la sagesse), *épistèmè* (connaissance), *théoria* (spéculation, contemplation) et *péri physéos historia* (enquête sur la nature). Utilisé en anglais comme en français, « science » est, au contraire, un terme d'origine latine qui provient du verbe *scire*, qui signifie « savoir » ou « connaître », par le truchement de son participe présent (*sciens* : « qui sait », « instruit », « ayant la connaissance de »). De nombreux auteurs latins, comme Quintilien ou Cicéron, emploient le mot *scientia* dans un sens large qui peut s'appliquer à toutes sortes de connaissances (par exemple *juris scientia* : la connaissance du droit chez Cicéron). Cette définition étendue du mot reste en vigueur jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, où le terme finit par acquérir un sens plus restreint.

Un même sens extensif existe pour le mot « technique » qui dérive du mot grec *technè* traduit en latin par *ars*. Ce terme désigne un geste efficace, une pratique productive acquise par la répétition et l'entraînement, y compris dans le domaine spirituel (*ars spirituales*). C'est ainsi que l'*ars moriendi*, l'art de mourir, consiste pour le bon chrétien à se préparer à la mort durant toute la vie par des exercices de méditation quotidiens. Les auteurs de l'Antiquité tardive assurent la transmission de l'ensemble de ce vocabulaire, tout en le christianisant.

Ainsi, les Pères de l'Église, tel Jérôme (IV^e s.), désignent par « science » la connaissance conférée aux créatures par le Créateur ; elle s'oppose alors

à l'ignorance, voire à l'innocence qui précède le péché originel. Chez Augustin (354-430), *sapientia* (sagesse) et *scientia* (connaissance rationnelle) sont néanmoins distinguées : l'une est une connaissance produite par l'esprit, l'autre par la raison. Isidore de Séville (VII^e s.) différencie, quant à lui, au sein de la *philosophia* – i.e. la connaissance des choses divines et humaines associée à la recherche du bien vivre – ce qui relève de la *scientia* et ce qui relève de l'opinion. Seule la première est fondée sur la certitude du raisonnement.

À partir du VI^e siècle, les doctes médiévaux traduisent et transmettent le corpus aristotélicien en Occident et en tirent un nouveau vocabulaire. Boèce (480-524), médiateur entre la culture grecque et la culture latine, utilise dans ses traductions le mot *scientia* pour rendre le grec *épistèmè* et reprend à son compte la distinction entre connaissance raisonnable et opinion. La lecture des *Seconds Analytiques* d'Aristote à partir de la « Renaissance » du XII^e siècle conduit à préciser quels sont les prérequis de cette connaissance : la *scientia* ou *philosophia naturalis* consiste à connaître la cause par laquelle la chose est, associée à l'impossibilité que la chose soit autre qu'elle n'est. De plus, cette connaissance se fait par le moyen de la démonstration, c'est-à-dire du raisonnement logique dont le modèle est le syllogisme. La « science » ne peut être confondue avec l'opinion en ceci qu'elle est universelle et procède par des propositions nécessaires.

Au cours de la période scolastique, l'étude du corpus aristotélicien structure peu à peu l'enseignement universitaire. À Oxford, Robert Grosseteste (1175-1253), qui rédige un long commentaire des *Seconds analytiques*, complète le latin philosophique d'une série de termes qui obtiennent un rapide succès. La « sagesse » (*sapientia*, au sens augustinien) est la forme ultime de connaissance, elle correspond à l'*intelligentia* (elle-même une perfection de l'*intellectus*, l'intuition) qui permet de saisir les « choses divines ». En contrepoint, la « science » qui concerne les choses naturelles et humaines lui est inférieure ; sa forme la plus abstraite – donc la plus parfaite – est les mathématiques qui permettent d'atteindre le plus haut degré de certitude. En outre, Grosseteste, glosant toujours Aristote, sépare la connaissance par les faits (*to hoti*) de la connaissance par les causes (*to dioti*) : la connaissance du fait revient aux observateurs empiriques et celle du pourquoi aux mathématiciens. Ceci implique une subordination (ou « subalternation ») à l'intérieur des sciences, qu'il faut désormais concevoir

comme plurielles : la géométrie (causes) domine l'optique (faits), l'arithmétique (causes) domine l'harmonique (faits), etc.

Ces *scientiae mediae* comme l'optique ou l'harmonique, qui deviendront à la Renaissance les « sciences mixtes », se retrouvent dans la plupart des classifications médiévales du savoir à partir de cette époque. Il revient enfin à Thomas d'Aquin (1224-1274) de faire accéder la théologie chrétienne au rang de science en ayant recours à la notion de subalternation : la théologie (ou *sacra doctrina*) est subalternée non d'une science humaine mais de la science divine qui lui procure ses principes ; elle est donc nécessairement subalternante pour les autres sciences. Toutes néanmoins appartiennent à la catégorie aristotélicienne des « sciences théorétiques » (méditatives) qui s'opposent aux sciences « actives » (plus tard, les sciences morales et politiques) et « productives » (les savoirs techniques). Les sciences les plus abstraites dominent les sciences les plus concrètes qui elles-mêmes dominent les savoir-faire. Ces considérations restent valables jusqu'à la Renaissance et la recomposition des savoirs qui l'accompagne².

On retrouve cette hiérarchie à travers le cursus des études et l'apprentissage du *trivium* : grammaire, rhétorique et dialectique. *Lectio*, *quaestio* et *disputatio* permettent aux maîtres et aux étudiants d'exercer leur habileté oratoire et d'honorer les principes fondamentaux de la « science » comme simple art du raisonnement. Autorité et logique sont convoquées pour résoudre les problèmes liés à la connaissance de la nature tant physique que divine. Le *quadrivium* (arithmétique, géométrie, musique et astronomie), qui complète ce cursus, n'est qu'un luxe pour *happy few*. À partir du ^{xii}^e siècle, la lecture des traités naturalistes et mathématiques des Arabes accompagne cependant une revalorisation des « sciences » qui commencent à être individualisées et étudiées en tant que telles dans le cadre de la « philosophie naturelle ». L'algèbre et l'optique acquièrent de ce fait une dignité qu'on ne leur reconnaissait pas auparavant. Il en est de même pour la médecine qui parvient peu à peu à se distinguer des « arts mécaniques », de statut inférieur.

Les universités de Paris et Oxford, auxquelles il faut ajouter Montpellier et Bologne pour la médecine, forment aux ^{xiii}^e et ^{xiv}^e siècles les centres de gravité de cette refondation scientifique. La physique connaît un profond renouvellement au ^{xiv}^e siècle en France et en Angleterre sous l'effet de divers facteurs : la remise en cause de certaines propositions

aristotéliennes, la mathématisation des problèmes, la réflexion sur la psychologie de la perception en accord avec les théories optiques d'Alhazen (Ibn al-Haytham, 965-1039) et l'application des méthodes d'une nouvelle logique. Le ^{xv}^e siècle voit se développer de nouveaux centres universitaires dans diverses parties de l'Europe, notamment dans l'Empire germanique, et l'essor notable de l'université de Padoue qui joue un rôle primordial dans la recomposition de la philosophie naturelle à la Renaissance.

Le classement des savoirs à la Renaissance

Contrairement à une idée reçue, on peut affirmer que la culture humaniste est à ses débuts plus défavorable aux sciences profanes que ne l'était la scolastique. En témoignent les écrits polémiques de Pétrarque (1304-1374) : dans ses *Invectives contre un médecin* (1352), il rappelle avec virulence aux praticiens que leur « art » n'est que mécanique et non libéral et se moque de ceux qui prétendent à présent « envahir le bois des poètes et le champ des rhéteurs ». La poésie et les arts du langage, assure-t-il, sont le lieu de la vérité, ils sont la véritable *scientia* ; la médecine à l'inverse est vile, utilitaire et lucrative. Dans son dernier grand traité, *Mon ignorance et celle de tant d'autres* (rédigé en 1367), il déclare la guerre aux aristotéliens et dénonce leur prétention dogmatique à placer la « physique » au-dessus de toutes les sciences quand il est évident pour lui qu'il ne peut y avoir de science supérieure que morale, vivifiée par les belles lettres et éclairée par la foi.

Pour de nombreux humanistes de la première heure, le combat contre les docteurs et leur enseignement suranné commence par la dévalorisation des connaissances profanes et de la « philosophie naturelle » aristotélienne qu'ils ont appris à détester³. En contrepoint, ces premiers penseurs de la modernité en viennent à souligner les limites de l'intelligence humaine précisément parce qu'ils se demandent ce qui peut être connu avec certitude. Une telle entreprise court le risque du scepticisme. Nicolas de Cues (1401-1464), qui poursuit ses études à Heidelberg avant de se rendre à Padoue (1417) où il s'initie aux mathématiques, à l'astronomie et un peu à la médecine, mène en parallèle une double carrière de diplomate et de philosophe prolifique. Achievée en 1449, sa *Défense de la docte ignorance*, diatribe contre les logiciens fidèles à Aristote, apparaît comme un texte

caractéristique des hésitations de la réflexion philosophique tardo-médiévale.

L'auteur y parle en philosophe-théologien féru d'arithmétique et de géométrie convaincu que, pour que notre pensée (mesurante et calculante) s'élève jusqu'au seuil de l'ultime mystère, la voie la plus sûre est bien celle des nombres et des figures. En cosmologie, il juge impossible l'immobilité de la Terre, propose, un siècle avant Copernic, de rejeter le géocentrisme et conçoit un univers peuplé et indéfini (ce dont Giordano Bruno fera son miel). Comme notre pensée *mesure*, elle ne sait rien d'autre que les *limites* de cette mesure : c'est le thème de la « docte ignorance ». Pour lui, si la vérité est un absolu, la connaissance (*scientia*) est nécessairement relative, complexe, finie et comparative. Le rejet des sciences est ici moins fort que chez Pétrarque, mais Nicolas de Cues associe irréductiblement la volonté de connaître à l'incapacité à tout savoir, le phénomène naturel le plus évident nous étant « aussi malaisément accessible qu'à l'oiseau de nuit la vision du Soleil »⁴.

Cette tradition sceptique ou relativiste se maintient durant toute la Renaissance, voire le ^{xvii}^e siècle et les Lumières⁵. Elle s'exprime clairement chez Pic de la Mirandole (1463-1494) et Heinrich Cornelius Agrippa von Nettesheim (1486-1535), dans les *Essais* de Montaigne (1533-1592) ou encore chez Rousseau (1712-1778) avec son fameux *Discours sur les sciences et les arts* (1751).

Héritier d'un dégoût augustinien pour ceux qui « fouillent la nature », le *De incertitudine et vanitate scientiarum et artium* (1531) d'Agrippa en a sans doute résumé tous les arguments mais aussi révélé toutes les ambiguïtés. D'un côté, Agrippa fait le procès radical de ces sciences qui « ne sont autre chose qu'opinions d'hommes aussi tost nuisantes que utiles [...] pleines d'erreurs et débats ». Aucune discipline, pas même la théologie, ne peut prétendre accéder à la vérité, seule la Parole de Dieu est « la clef de science et cognoissance ». D'un autre côté, il exalte ces disciplines « mixtes » que la science médiévale tenait pour subalternes : optique, architecture, chirurgie, alchimie et même peinture.

Pas plus chez lui que chez Montaigne, pourtant sensible à la *Théologie naturelle* (1436) de Raymond de Sebond dont il fait l'apologie, on ne trouve trace de l'idée d'un progrès possible pour les sciences et les arts. L'idée qui prédomine à la Renaissance est que le savoir humain est, pour l'essentiel,

Charles de Bovelles (1479-1567) tire de Raymond Lulle (xiii^e s.), de Nicolas de Cues et du néoplatonisme florentin alors en vogue une philosophie plus optimiste mais qu'il ne faut pas confondre trop vite avec l'enthousiasme irréfréné du scientiste. Certes, Bovelles soutient dans son *Liber propriae rationis* (1523) qu'il est possible à l'homme d'accéder à la sagesse par la connaissance profane, dès la vie terrestre. C'est même ce qui lui vaut quelques ennuis avec les maîtres de la Sorbonne quand il croit pouvoir en conclure que la « science passe avant la prière ». Mais il est aussi celui qui professe une philosophie à la fois intellectualiste et illuminée dans laquelle « le silence parle et les mots se taisent ». Cette confiance en l'aptitude de l'homme à parvenir à son propre accomplissement et en la capacité de sa raison à exprimer les réalités spirituelles par le symbolisme mathématique pour être typiquement humaniste n'en apparaît pas moins comme suspecte à plus d'un, y compris à son ami Lefèvre d'Étaples, qui n'est pourtant pas un bigot. Bovelles a aussi proposé une classification du savoir qui n'est pas des plus originales mais correspond aux tropes de l'époque : au degré inférieur, se trouvent les arts mécaniques suivis des arts de la parole (grammaire, dialectique, rhétorique), puis des arts positifs ou réels (physique, géométrie, arithmétique, astronomie, musique), enfin de la morale et de la métaphysique.

[illegible]

Cette conception d'un savoir clos sur lui-même débouche tout naturellement sur le projet encyclopédique, les termes *enkyklios paideia* désignant en grec le cycle complet et achevé des études à parcourir par l'élève. Il se double, à la Renaissance, d'un recours aux Anciens, ceux-ci ayant été les premiers à fermer la boucle des sciences avant que la décadence des « temps gothiques » (le Moyen Âge) ne vienne briser cette chaîne fermée des connaissances. L'œuvre de Pierre de la Ramée dit Ramus (1515-1572) emprunte à Lulle l'image de l'« arbre de la science » qui hante après lui toute la littérature encyclopédique. Mettre en ordre le savoir revient à concevoir une méthode : c'est celle-ci que Ramus expose dans sa *Dialectique* publiée en 1555 et qui connut un succès dans toute l'Europe. Partant, lui aussi, d'un présupposé anti-aristotélicien, il promeut néanmoins le savoir naturaliste au travers de ce qu'il nomme la « méthode de doctrine ou de nature » et qu'il oppose à la « méthode de prudence » qui est l'art de la persuasion.

La méthode agit par degrés et va du plus général au plus spécifique, des choses claires et notoires aux obscures et inconnues. Il faut mesurer la rupture accomplie par Ramus : jusqu'à lui, le véritable encyclopédiste n'est pas le savant universel (celui-là est presque un impie, un fou ou un présomptueux) mais le sage, imitant la figure biblique du roi Salomon. Avec Ramus, l'encyclopédie se déplace de l'ordre privé d'un exercice quasi spirituel vers l'ordre objectif de l'exposition doctorale. Le lien même entre les sciences est désormais moins un lien *moral* de convergence qu'un lien *logique* d'enchaînement capable d'assurer une lisibilité parfaite⁷.

Il revient à Christophe de Savigny (1540-1608), l'un des nombreux disciples de Ramus, d'avoir mis le ramisme en images sous la forme de tableaux arborescents des savoirs, tels qu'on en trouvera l'écho plus tard chez Bacon et dans le Préambule de l'Encyclopédie de Diderot et D'Alembert. Savigny publie en 1587 ses *Tableaux accomplis de tous les arts libéraux*. Première surprise : la Philosophie qui englobe tous les savoirs, y compris la théologie, se confond avec les « arts libéraux ». C'est prendre acte de la *renovatio* humaniste qui renverse en partie la subalternation médiévale des savoirs. À partir de ce point de départ, les connaissances se divisent en une cascade de distinctions successives : entre le corporel et l'incorporel (à l'un correspond le territoire de la physique, à l'autre celui de la métaphysique), entre la physique des quantités (arithmétique et géométrie) et la physique des qualités (les autres sciences

de la nature), qualités elles-mêmes déclinées en qualité des sens (qui donne l'optique et la musique) et qualité des corps simples (l'astronomie et la physique des éléments) ou des composés, lesquels corps composés peuvent être inanimés (les météores et les métaux) ou animés (histoire des animaux et des plantes, anthropologie et médecine).

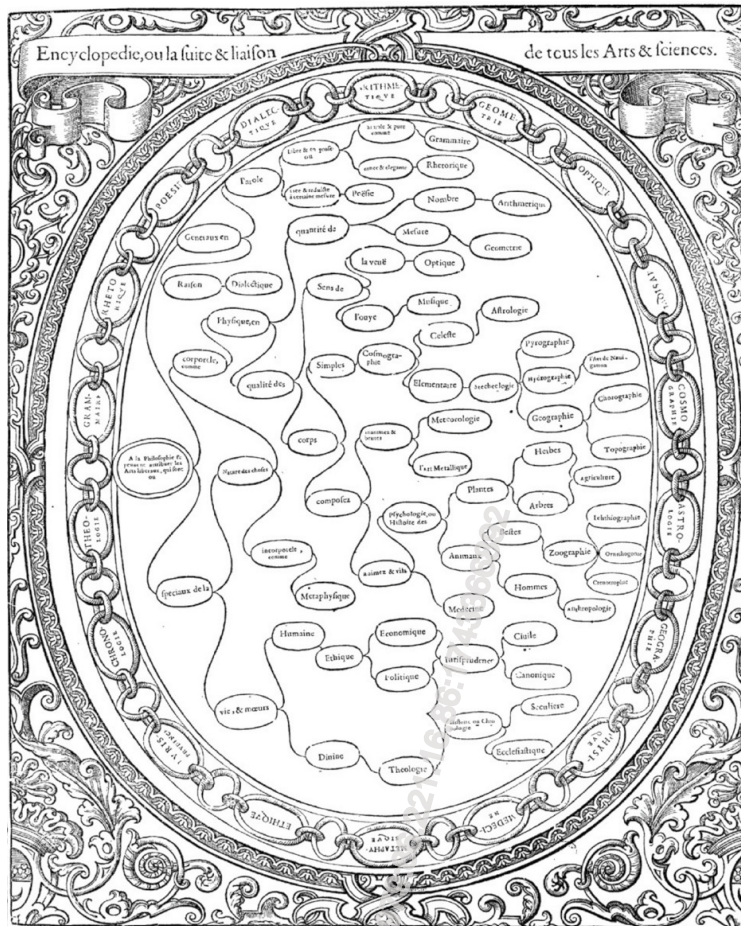
Pour la première fois exprimé de manière aussi claire et lisible, chaque embranchement aboutit à une science : il y en a dix-neuf en tout, si l'on considère tous les « arts libéraux » du tableau. Seconde surprise : la chaîne qui entoure le tableau est composée de dix-huit maillons d'égale grosseur ; la dialectique, l'arithmétique, la cosmographie, la médecine, le droit, la théologie, la chronologie ou bien encore l'optique et la musique sont ainsi placées à dignité égale ! La pyramide des savoirs médiévaux est abattue. L'image de la clôture du savoir est ici utilisée pour suggérer l'équivalence des sciences « humaines » et des sciences « divines ». Les théologiens qui ont pourchassé Ramus, inspirateur de Savigny, ne s'y sont pas trompés.

Le *Theatrum vitae humanae* (1565, rééd. en 1571, 1586 et 1604) du médecin suisse Theodor Zwinger (1533-1588) et l'*Encyclopaedia septem tomis distincta* (1630) du philosophe allemand Johan Heinrich Alsted (1588-1638) doivent aussi beaucoup à la pensée ramiste. L'œuvre d'Alsted cependant, malgré sa date tardive, ne déroge pas aux principes de l'encyclopédisme de la Renaissance et parie sur une fin du monde imminente : le temps est donc venu de rassembler toutes les connaissances humaines pour en montrer la cohérence fondamentale et réunifier, juste avant le Jugement dernier, le savoir qui s'était éparpillé et fragmenté depuis la chute d'Adam. Zwinger, quant à lui, se perd en tableaux infiniment proliférants malgré la division primordiale entre les préceptes « généraux » (ou universels) et les exemples « particuliers » (ou singuliers) qui finissent par désigner, sinon des « sciences », tout au moins des savoirs construits sur le modèle de l'enquête historique.

Alors qu'Aristote avait relégué l'*Histoire des animaux* au dernier rang de sa biologie, l'excluant de facto de sa « physique »⁸, les humanistes sont bien obligés de reconnaître que le savoir du temps s'accroît plus en exemples qu'en principes. Ce sont des terres nouvelles que l'on explore, non l'idée du voyage que l'on réinvente tout à fait. Les Modernes doivent aussi faire une place aux sciences « mixtes », à l'instar de Giorgio Valla (1447-1500) exhumant un manuscrit grec oublié de Gémios de Rhodes (I^{er} s. av. J.-C.)

dans lequel celui-ci divise les mathématiques dites « sensibles » en six disciplines : logistique (ou calcul), canonique (ou musique), géodésie, astrologie, optique et mécanique.

**Charles de Savigny,
Tableaux accomplis de tous les arts libéraux (1587)**



Rares sont ceux pourtant qui assument l'idée d'un savoir en perpétuel progrès, tel le Florentin Leon Battista Alberti (1404-1472) ou le mathématicien anglais John Dee (1527-1608) qui constate en 1570 que des « arts nouveaux naissent chaque jour ». La plupart de ces optimistes pensent, comme Loys Le Roy (1510-1577) dans son fameux traité *De la vicissitude ou variété des choses* (1575), qu'il est exact que l'époque connaît un bouleversement des savoirs et l'émergence d'apparentes nouveautés puisque les « arts et sciences commencent, croissent, muent » ; mais, en fait, ceux-ci subissent une « continuelle régénération pour se renouveler et maintenir chacun en son espèce », ceci afin de compenser les pertes occasionnées « par nonchalance, paresse, oubliance, ignorance ». Le

progrès, pour Le Roy, est donc paradoxalement une opération à somme nulle. C'est un *Nihil sub sole novum* en version profane⁹.

Il n'est pas jusqu'à la division aristotélicienne entre les sciences pratique, poïétique et théorétique qui ne finisse par être contestée. Il faut dire que les progrès techniques sautent, eux, aux yeux : imprimerie, artillerie, navigation, architecture, extraction minière, arpentage, etc. La connaissance des causes a beau être supérieure en dignité à la production des effets, la Renaissance offre suffisamment de merveilles de l'art et de l'industrie pour ne pas mépriser totalement ces savoir-faire. C'est ce que plaident les défenseurs de la médecine, de l'alchimie – qui pour certains n'est pas seulement un art mais aussi une doctrine – et de la magie, tels Tommaso Campanella (1568-1639) ou Giambattista Della Porta (1535-1615) pour qui cette dernière constitue l'achèvement de la philosophie naturelle. Tous ces auteurs sont d'autant moins respectueux de la *doxa* aristotélicienne qu'ils suivent les principes du néoplatonisme et de l'hermétisme. Quant à Bernard Palissy (1510-1589), il n'hésite pas à contester dans la Préface de ses *Discours admirables* (1580) le lieu commun qui veut que le savoir théorique engendre le savoir pratique : dans l'un, il ne voit que spéculation et hypothèses invérifiables, dans l'autre des vérités concrètes. Ce faisant il met au défi son lecteur de savoir fabriquer le moindre « soulier, non pas mesmes un talon de chausse » avec toutes les « théoriques du monde ».

Lorsque ces savoirs que nous appelons aujourd'hui « sciences » commencent à s'individualiser à la Renaissance, c'est donc par la marge. L'impossibilité d'inscrire les sciences descriptives comme l'anatomie, la botanique ou la zoologie dans le cadre théorique de la physique aristotélicienne conduit à la publication séparée de ces connaissances sous forme de traités particuliers. C'est pourquoi les ouvrages de « philosophie naturelle » qui continuent de paraître n'ont *a contrario* pas grand-chose à voir avec notre savoir scientifique actuel. Par ailleurs, les partisans de l'alchimie et de la magie qui se disent du côté de l'expérience réfutent avec violence l'antique hiérarchisation des savoirs et plaident pour une reconnaissance des arts mécaniques et des sciences pratiques.

L'avancement des sciences : d'un savoir clos à un savoir infini

Au ^{xvii}e siècle, l'ambition encyclopédique change quelque peu de nature. Il est difficile de dire si ce changement de perspective a quelque chose à voir

avec la « révolution scientifique » (qu'elle en soit cause ou conséquence) mais une évolution est visible. À terme, elle conduit à concevoir l'œuvre encyclopédique non comme le recueil pieux et ordonné d'un héritage et l'union du savoir profane et du savoir divin, mais comme le moteur des progrès de la connaissance. Non plus la somme du savoir possible, mais un instantané du savoir connu, toujours susceptible de développements ultérieurs.

Le premier, Francis Bacon (1561-1626) élabore les principes fondamentaux de ce nouvel encyclopédisme. En 1605, il publie son traité *Of the Proficiency and Advancement of Learning*, traduit en latin en 1623 sous le titre *De dignitate et augmentis scientiarum*. Il y défend l'idée d'un progrès contre l'*a priori* décadentiste des humanistes et y dénonce le savoir précieux et chicanier des scolastiques, autant que le savoir fantasque de certains Modernes. Comme le souligne Pascal Duris, « Pour Bacon, le savoir n'est pas figé et fait l'objet, au contraire, d'un engendrement continu dont les produits tissent entre eux et à travers le temps les mailles d'un gigantesque réseau qui lui confère une manière d'immortalité »¹⁰. C'est la raison pour laquelle il choisit pour illustrer la page de titre de son *Instauratio magna* (1620) l'image d'une caravelle franchissant les colonnes d'Hercule au lieu de l'arbre ou du cercle traditionnels. La métaphore du savoir devient celle de l'océan et de la navigation vers des terres lointaines et, pour partie, encore inconnues. La devise associée à ce nouvel emblème est : « Beaucoup voyageront en tous sens et la science en sera augmentée. » Pour cela, Bacon autorise les savants à violenter la nature par « les épreuves et les vexations de l'art », c'est-à-dire qu'il consacre l'union des sciences et des techniques par le biais de la pratique expérimentale.

Frontispice de l'*Instauratio magna* (1620) de Francis Bacon montrant une caravelle franchissant le détroit de Gibraltar



Il propose enfin une classification des sciences reprise (et modifiée) plus tard par Diderot et D'Alembert dans leur *Discours préliminaire* (1751) à l'*Encyclopédie*. Il sépare « philosophie divine », dont l'objet est Dieu, et « philosophie naturelle », qui concerne l'homme et son savoir, y compris la « théologie naturelle ». Ce classement est guidé par les trois principes qui commandent l'intelligence humaine : l'histoire, qui relève de la *mémoire*, la poésie, qui relève de l'*imagination*, et la philosophie, qui relève de la *raison*. L'« histoire naturelle » (celle des plantes, des animaux, des merveilles, mais aussi des « arts ») est donc exclue du reste des sciences, mais c'est pour mieux souligner son intérêt ainsi que l'état de faible avancement de ce savoir pourtant si prometteur¹¹. La « philosophie humaine » produit aussi bien la connaissance du corps (médecine) que celle

de l'esprit (logique, grammaire, rhétorique, etc.) et même de la vie en société (civilité, diplomatie et politique). La « philosophie naturelle » comprend les « sciences » dont fait partie la « métaphysique » (causes formelles et finales) et la « physique » (causes matérielles et efficientes) qui inclut les mathématiques pures et mixtes. Elle comprend en outre une « prudence » qui correspond aux pratiques expérimentales et magiques que Bacon perçoit comme des pratiques complémentaires.

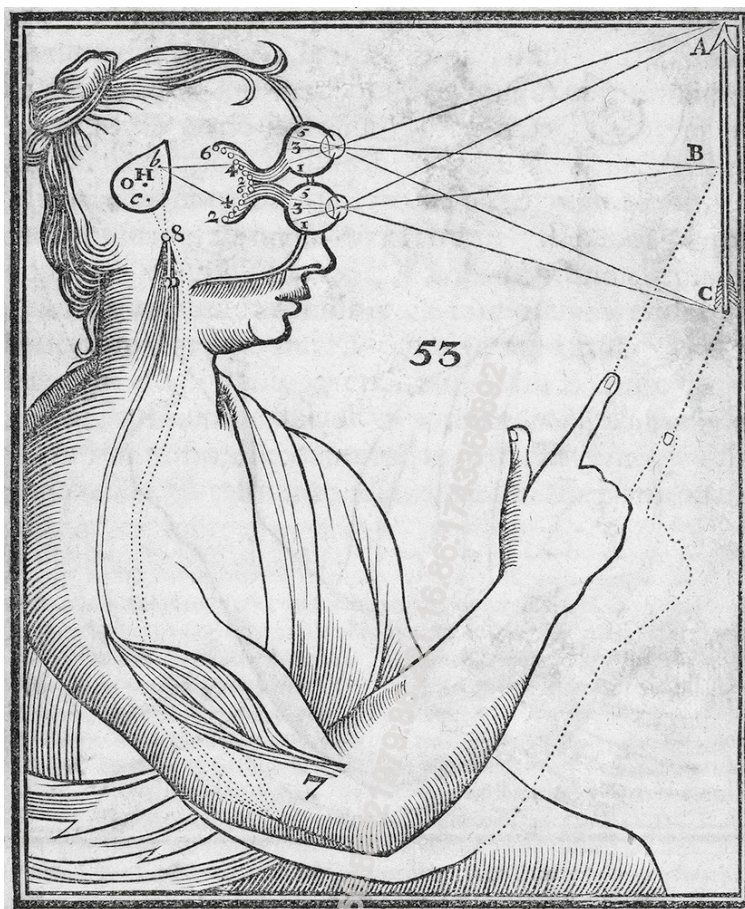
Le philosophe anglais se révèle moins méthodique que Ramus : il ne croit pas en une logique de la découverte mais défend un progrès continu des sciences fait de tâtonnements et de hasards dont il offre une ébauche en forme de programme destiné aux savants identifiés à des explorateurs. D'autres, comme Descartes, préfèrent en revenir à l'idée qu'une démarche rationnelle et rigoureuse peut seule assurer le progrès des sciences.

L'épisode relève presque du mythe : dans la nuit du 10 au 11 novembre 1619, René Descartes (1596-1650) fit trois songes. Dans le troisième, il rêve d'un dictionnaire qui « présente toutes les sciences ramassées ensemble », une sorte d'encyclopédie à la mode médiévale. C'est d'un ouvrage d'un tout autre genre qu'il accouche pourtant en 1637 avec son célèbre *Discours de la méthode*. Il entend y offrir des « connaissances qui soient utiles à la vie », en lieu et place de « cette philosophie spéculative qu'on enseigne dans les écoles ». Le rejet des Anciens et tout particulièrement d'Aristote est radical chez lui. Mais le *Discours* n'est pas le traité de philosophie générale que nous y voyons aujourd'hui, il est plutôt une propédeutique aux trois ouvrages scientifiques qui suivent : la *Dioptrique* (i.e. l'optique), les *Météores* et la *Géométrie*. Convaincu qu'il « n'y a que les seuls mathématiciens qui ont pu trouver quelques démonstrations », il applique son raisonnement géométrique et arithmétique à l'ensemble de la nature car « Dieu nous a enseigné qu'il avait disposé toutes les choses en nombres, poids et en mesure dont la connaissance est si naturelle à nos âmes que nous ne saurions ne les pas juger infaillibles ».

Comme Galilée, Descartes professe que le livre de la nature (c'est-à-dire le monde physique) est déchiffrable en termes mathématiques¹² : jusqu'à eux une séparation ontologique distingue la science des quantités et des formes pures (les mathématiques) de l'historicité des savoirs ; désormais elles s'unissent. Descartes écrit en 1638 dans une lettre à Mersenne que

« toute [sa] physique est géométrique », la même année où Galilée publie ses *Discorsi* qui fondent la mécanique nouvelle. Descartes conçoit en outre l'univers comme une vaste machine que le scientifique doit démonter et reconstruire pour en comprendre le fonctionnement. Ce paradigme mécaniste est appliqué à l'ensemble des sciences, y compris la médecine et l'histoire naturelle peuplée d'êtres vivants qui ne sont rien d'autre que des machines très perfectionnées¹³.

Le mécanisme de la vision décrit dans le *Traité de l'homme* (1662) de René Descartes



Avec Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), resurgit l'ambition d'une encyclopédie totale complétant la fonction heuristique de la méthode applicable à toutes les connaissances rationnelles. Leibniz condamne dans ses *Nouveaux essais sur l'entendement humain* les inventaires de ses prédécesseurs dans lesquels « chaque partie paraît englober le tout ». Il reconnaît la division des sciences en philosophie naturelle ou physique, philosophie pratique ou morale, et logique ou connaissance des signes par laquelle il rejoint la fascination d'Aristote pour les syllogismes et l'art du

raisonnement. Dans les tableaux présentés jusque-là « une même vérité peut avoir beaucoup de place » car ceux « qui rangent une bibliothèque ne savent bien souvent où placer quelques livres, étant suspendus entre deux ou trois endroits également convenables ». C'est pourquoi Leibniz imagine un « système des systèmes » conforme à l'ordre divin dans lequel « les propositions sont rangées suivant les démonstrations les plus simples et de manière qu'elles naissent les unes des autres ». Ce système ne verra jamais le jour : jugé trop métaphysique par les encyclopédistes du ^{xviii}^e siècle, Leibniz aura ici peu de postérité mais il aura noté en son temps la « division civile des sciences, suivant les corps et professions des savants qui les enseignent », auxquels il mêle les *virtuosi* pratiquant la médecine, la chimie, la guerre et les arts.

Au début du ^{xviii}^e siècle, tandis que les académies des sciences offrent pour la première fois aux savants un statut social et une reconnaissance publique, l'idée de réunir en un seul ouvrage toutes les connaissances accumulées dans le but de stimuler les recherches semble au goût du jour. Elle découle de l'optimisme pour ne pas dire de la vantardise des Lumières prêtes à écraser le passé sous le poids de la modernité triomphante. La *Cyclopaedia* (1728) de l'Anglais Ephraïm Chambers (1680-1740) est la première à répondre à ces critères. Chambers distingue la connaissance « naturelle et scientifique » de la connaissance « artificielle et technique ». De la première relève encore la théologie mais aussi la physique, l'histoire naturelle, les mathématiques pures et la géométrie. La seconde comprend la logique, la chimie, les mathématiques « mixtes » (optique, phonique, mécanique, etc.) mais aussi les arts, la poliorcétique, la navigation, la médecine, l'agriculture, la chasse ou bien encore l'héraldique.

Bien que prétendant traduire Chambers, Denis Diderot (1713-1784) et Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783) sont plus fidèles à Bacon qu'à celui-ci. La « science de Dieu » est incluse dans celles qui relèvent de la raison. L'histoire naturelle (relative à la mémoire) se complète des « usages de la nature » qui sont tous les arts et métiers. Quant à la philosophie, elle est soit morale ou logique (« sciences de l'homme ») soit mathématique ou physique (« sciences de la nature »). Comme chez Bacon et chez Leibniz, la métaphore dominante est davantage celle de l'océan (aux limites incertaines) que celle de l'arbre. D'ailleurs, dans le *Discours préliminaire*, les auteurs présentent l'*Encyclopédie* comme une « espèce de mappemonde ». Ainsi que l'écrit Voltaire dans l'article « Gens de lettres »,

il est acquis que l'histoire progresse par la perfection des arts et des sciences ; les arts et les sciences se perfectionnent grâce aux efforts des hommes de lettres ; et les hommes de lettres fournissent la force motrice de tout ce processus en agissant en qualité de *philosophes*¹⁴.

L'émergence des sciences et des techniques modernes est donc l'affaire d'une double émancipation. L'une à l'égard de la science antique et médiévale transmise par les humanistes, contraints et forcés de faire place peu à peu aux disciplines nouvelles ou jadis subalternées. L'autre à l'égard de la théologie et des « sciences divines » qui perdent leur suprématie et sont désormais rangées parmi les disciplines intellectuelles spéculatives. On aura noté que dans leur démarquage de Bacon, Diderot et D'Alembert ont oublié l'« intelligence divine », cette science de la Révélation à laquelle le philosophe anglais attribue encore un statut à part. Les dix-sept volumes de texte et onze volumes de planches de l'*Encyclopédie* font en outre la part belle aux « arts mécaniques » (il est vrai, plus aux métiers traditionnels qu'à la révolution industrielle en cours), lesquels connaissent ensuite leur heure de gloire avec l'*Encyclopédie méthodique* publiée par Panckoucke à partir de 1782.

Condorcet et la première histoire générale des sciences

On doit à Condorcet (1743-1794) la première esquisse d'une histoire générale des sciences divulguée dans son *Tableau historique des progrès de l'esprit humain* (1795). Si l'idée d'un « progrès » des connaissances effleure déjà chez Bodin, Bacon, Descartes ou Pascal, il faut attendre le milieu du XVIII^e siècle pour qu'apparaissent les premières histoires linéaires des sciences structurées par discipline.

En 1702, le médecin genevois Daniel Le Clerc publie une première *Histoire de la médecine*, complétée à la fin du siècle par celle de l'Allemand Kurt Sprengel, *Essai d'une histoire pragmatique de la médecine* (1792-1803). En 1758, Montcula fait paraître une *Histoire des mathématiques* qui connut un certain succès. L'ouvrage englobe dans les « mathématiques », comme on l'envisageait alors, des sciences comme la mécanique, l'hydrodynamique, l'acoustique, l'optique et l'astronomie. La première édition, en deux volumes, s'achève avec la fin du XVII^e siècle ; l'œuvre de Montcula est poursuivie par le mathématicien Lalande dans la deuxième édition, en quatre volumes, publiée en 1802, qui couvre le siècle

des Lumières en son entier. Jean-Sylvain Bailly, autre prédécesseur de Condorcet, publie en 1775 une *Histoire de l'astronomie ancienne*, suivie d'une *Histoire de l'astronomie moderne* (1779-1782) et même d'un *Traité de l'astronomie indienne et orientale* (1787).

L'unité de la marche des sciences et de l'organisation de l'activité scientifique est un souci partagé à l'époque de Condorcet. On considère les *Éloges* d'académiciens (1708 et 1719) rédigés par Fontenelle, ainsi que les ouvrages de Turgot, *Tableau philosophique des progrès successifs de l'esprit humain* (1750), et de Borde, *Tableau philosophique du genre humain depuis l'origine du monde jusqu'à Constantin* (1767) comme l'ayant inspiré directement. *L'Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain* est une œuvre posthume, publiée sous la Convention thermidorienne. Condorcet a déjà tenté par deux fois de rédiger un tel tableau historique : d'abord, en 1772, comme discours préliminaire de ses *Éloges* d'académiciens ; une seconde fois, probablement dans les années 1780. Mais, dans les deux cas, le texte est resté inachevé.

L'Esquisse est conçue, dans l'esprit encyclopédique, comme un panorama historique des combats de la raison contre l'ignorance et les préjugés, notamment religieux. Les prêtres y occupent une fonction corruptrice : ils sont le principal obstacle au progrès du savoir. Le Moyen Âge, des invasions barbares jusqu'au ^{xii}^e siècle, est présenté comme la période de la « décadence des lumières » (6^e époque). L'histoire des sciences, selon Condorcet, peut dès lors se décomposer en neuf époques, représentant des étapes successives dans les conquêtes de l'esprit humain depuis les premiers peuples nomades : la période du génie grec, l'invention de l'imprimerie, les œuvres de Galilée, Descartes et surtout Newton figurent parmi les moments les plus marquants. La 10^e époque, celle des « progrès futurs », insiste sur la « perfectibilité indéfinie » de l'homme et l'accroissement inexorable de ses connaissances.

Après avoir mentionné l'apport de la scolastique – notamment son usage d'Aristote – au Moyen Âge (7^e époque), marqué pour l'essentiel par des « travaux obscurs » à peine corrigés à l'aide de « tout ce que les Arabes avaient découvert », Condorcet inaugure sa 8^e époque par l'invention de l'imprimerie qui coïncide, insiste-t-il, avec deux autres événements ayant exercé une « action immédiate sur les progrès de l'esprit humain » : la chute de Byzance et les Grandes Découvertes. Dès lors, affirme-t-il encore, la

« marche des sciences devient rapide et brillante ». La 9^e époque, quant à elle, s'étend *Depuis Descartes jusqu'à la formation de la République française*. Elle se caractérise par le perfectionnement des sciences, « l'affaiblissement des préjugés » et les « progrès » de l'esprit critique. C'est aussi l'époque des grandes institutions, de la vulgarisation scientifique et de l'alliance des sciences avec les techniques et les « arts économiques ».

Mathématicien, Condorcet fait du calcul des probabilités l'une des clés expliquant le fonctionnement des sciences de son temps. L'invention scientifique elle-même relève de l'art combinatoire, car elle est une combinaison nouvelle d'idées déjà disponibles. L'arithmétique en offre le modèle : sa fécondité consiste dans le « moyen heureux de représenter tous les nombres avec un petit nombre de signes, et d'exécuter par des opérations techniques très simples, des calculs auxquels notre intelligence, livrée à elle-même, ne pourrait atteindre ». Dans cette logique et avec cette méthode, les sciences sont philosophiquement fondées. Ainsi, Condorcet peut-il conclure que le matelot « qu'une exacte observation de la longitude préserve du naufrage, doit la vie à une théorie qui, par une chaîne de vérités, remonte à des découvertes faites dans l'école de Platon, et ensevelies pendant vingt siècles dans une entière inutilité »¹⁵.

De Comte à Kuhn : une conception historiciste des sciences

Dans la première moitié du XIX^e siècle, plusieurs penseurs accompagnent l'émergence des disciplines scientifiques aboutissant à la fin de ce même siècle à une conceptualisation générale de « la » science. Parmi eux, Auguste Comte en France et William Whewell (1794-1866) en Angleterre font de l'histoire des sciences « une base pour la philosophie de la science ». Les paragraphes qui suivent exposent en détail la pensée du premier, en raison de son importance pour la suite du débat¹⁶.

Comte et la loi des trois états

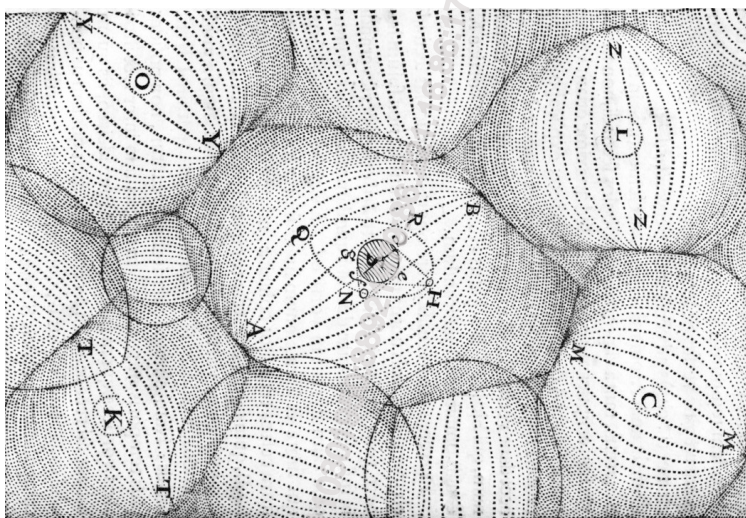
L'œuvre d'Auguste Comte (1798-1857), père fondateur d'une philosophie « positiviste » qui hérite de l'encyclopédisme mais entend le dépasser, marque durablement la conception de l'évolution du savoir. Elle offre également une première légitimation épistémologique à l'histoire des sciences qui repose sur un modèle dialectique : la loi des trois états.

Une classification des sciences ouvre le *Cours de philosophie positive* (1830) : reposant sur la complexité croissante des savoirs, elle mène des mathématiques à la sociologie (ou *physique sociale* dite encore *organique*). Chaque science a un domaine plus limité que les précédentes, tout en appliquant à ce domaine les lois principales de celles-ci, mais chaque domaine nouveau est plus riche par l'ajout de notions particulières. Par exemple, toutes les lois de la physique s'appliquent aux êtres vivants mais la nutrition est un mécanisme spécifique à la biologie. Le *Catéchisme positiviste* (1852) reprend cette hiérarchie en la précisant : les sciences de la Terre ou *cosmologie*, divisées en mathématique et en physique (englobant l'astronomie, la mécanique et la chimie), se complètent des sciences de l'homme ou *sociologie*, elle-même divisée en biologie, sociologie proprement dite et morale.

Comte considère les mathématiques comme la « vraie base fondamentale » de toute philosophie naturelle, « constituant l'instrument le plus puissant que l'esprit humain puisse employer dans la recherche des lois des phénomènes naturels »¹⁷. Il remploie ainsi la valorisation ancienne – notamment platonicienne – des mathématiques, renforcée par les acquis de la science moderne galiléenne. En outre, Comte oppose ce qu'il nomme les « spéculations » (i.e. les sciences) et les « actions » (i.e. les applications qui en découlent). La philosophie comtienne privilégie les premières et délaisse les secondes. Au sein des connaissances spéculatives, Comte distingue encore les sciences qu'il nomme « abstraites » ou « générales », qui ont pour objet la « découverte des lois qui régissent les diverses classes de phénomènes », et les sciences qu'il appelle « concrètes » ou « particulières », c'est-à-dire descriptives, qui « consistent dans l'application de ces lois à l'histoire effective des différents êtres existants ». Ainsi, la physiologie est une science « générale » et en cela digne d'intérêt pour le philosophe positiviste, la botanique et la zoologie sont au contraire des sciences « concrètes ».

Selon Comte, l'intelligence humaine s'est développée au cours des siècles en passant par trois états successifs : l'état « théologique », ou fictif, l'état « métaphysique », ou abstrait, et l'état « positif », ou scientifique. De là sont issues trois sortes de philosophies : la première est le « point de départ » nécessaire de l'esprit humain, la troisième son « état fixe », c'est-à-dire définitif, la deuxième marquant la transition. L'histoire même de chaque science particulière est soumise à cette règle dialectique : ainsi, l'astronomie passe au cours du ^{xvii}^e siècle de son état métaphysique avec les « âmes » de Kepler et les « tourbillons » de Descartes à son état positif avec la théorie de la gravitation de Newton qui repose sur une mathématisation des lois physiques. Le caractère fondamental de la « philosophie positive », affirme-t-il encore, est de regarder tous les phénomènes comme « assujettis à des lois naturelles invariables » et de considérer comme « vide de sens » toute recherche des causes premières ou finales. Comte estime la raison humaine désormais « assez mûre » pour se livrer aux recherches scientifiques positives « sans avoir en vue aucun but étranger capable d'agir fortement sur l'imagination, comme celui que se proposaient les astrologues ou les alchimistes ».

Système solaire d'après les *Principes de la philosophie* (1647) de René Descartes



L'historicité des savoirs est continue en tant que processus général mais discontinu dans chacune de ses branches. Toutes les sciences ne sont pas en effet passées rapidement par les trois phases de leur développement. Certaines sont devenues positives avant d'autres, cela dans un ordre conforme à la nature diverse des phénomènes étudiés et déterminé par leur

degré de généralité, de simplicité et d'indépendance réciproque. Selon Comte, comme chez Condorcet, c'est depuis Bacon, Descartes et Galilée que la marche des sciences vers la positivité s'est accélérée. Les « sciences de l'homme » attendent toujours d'être portées à ce degré ultime de connaissance positive, mais ce n'est qu'une question de temps.

Convenant avec Bacon qu'il n'y a de connaissances réelles « que celles qui reposent sur des faits observés », Comte construit une « démonstration » provisoire de la loi des trois états à partir de preuves historiques (*i.e.* la considération *générale* de l'histoire des sciences) combinées à des preuves théoriques : il faut à chaque époque une théorie quelconque pour lier les faits observés, faute de quoi ceux-ci seraient intelligibles ou passeraient inaperçus¹⁸. Ces considérations amènent Comte à fixer deux méthodes distinctes d'analyses des savoirs qui, là encore, marquèrent durablement la philosophie des sciences ultérieure. « Toute science, précise-t-il, peut être exposée suivant deux marches essentiellement distinctes, dont tout autre mode d'exposition ne saurait être qu'une combinaison, la marche *historique* et la marche *dogmatique*.

Par le premier procédé, on expose successivement les connaissances dans le même ordre effectif suivant lequel l'esprit humain les a réellement obtenues, et en adoptant, autant que possible, les mêmes voies. Par le second, on présente le système des idées tel qu'il pourrait être conçu aujourd'hui par un seul esprit, qui, placé au point de vue convenable, et pourvu des connaissances suffisantes, s'occuperait à refaire la science dans son ensemble. »¹⁹ L'histoire des sciences est un prérequis de la philosophie positiviste comtienne (« on ne connaît pas complètement une science, tant qu'on n'en sait pas l'histoire »²⁰) mais c'est une histoire critique ou *jugée* à l'aune des connaissances fermement établies dans le présent.

À l'histoire des sciences, Comte confie enfin un rôle heuristique : c'est un moyen offert aux scientifiques de perfectionner leur discipline parce qu'elle permet de mettre au jour le processus historique qui produit la rationalité positive. L'histoire des sciences, à travers la coordination des savoirs et le contrôle des méthodes, assume des tâches qui sont proches de celles de la philosophie positive elle-même. Elle constitue la doctrine scientifique sur laquelle s'appuie la philosophie pour assurer son emprise sur la tradition encyclopédique. Une telle mise en perspective est à l'origine d'un « style français » en philosophie des sciences caractérisé par le refus

d'une théorie de la connaissance élaborée en dehors de l'observation des sciences et de leur histoire mais elle annonce également par bien des aspects les développements de l'épistémologie induits par le courant néopositiviste à la fin du ^{xix}^e siècle²¹.

L'épistémologie viennoise et le déni d'histoire

Auguste Comte, pour mettre en application les préceptes de sa philosophie positive, avait souhaité la création d'une chaire d'« histoire et de philosophie des sciences » au Collège de France. Il écrit pour cela au ministre Guizot, mais en vain. La chaire fut finalement créée en 1892, bien longtemps après la mort de Comte.

À partir de la seconde moitié du ^{xix}^e siècle apparaît dans l'Europe de langue allemande une nouvelle conception de l'histoire et surtout de la philosophie des sciences qui conduit la toute nouvelle *épistémologie* à se constituer en discipline universitaire. Une chaire de « philosophie inductive » est d'abord créée à Zurich en 1870 ; puis c'est à Vienne qu'Ernst Mach (1836-1916) occupe une chaire intitulée « Histoire et théorie des sciences inductives » créée pour lui en 1895 et confiée plus tard, en 1922, à Moritz Schlick, l'un des fondateurs du Cercle de Vienne. Cette école, désignée tour à tour comme celle du *positivisme logique* ou de l'*empirisme logique*, se donne pour tâche de constituer une philosophie « méta-scientifique » capable de construire des modèles pour élucider ce qui est essentiel dans les concepts, théories, méthodes et rapports mutuels des sciences établies²². L'épistémologie, à laquelle Mach donne ses lettres de noblesse, doit dire et définir méthodiquement *ce qu'est la science* et fonder ainsi en raison ces vérités que l'on dit *scientifiques*, distinctes des autres genres de connaissances et croyances.

Les philosophes réunis à Vienne à partir du milieu des années 1920, bientôt dispersés par l'arrivée au pouvoir des nazis en Allemagne (Schlick est assassiné en 1936 par l'un de ses étudiants) et l'*Anschluss*, sont « positivistes » en ce qu'ils entendent expurger les sciences de toute trace résiduelle de métaphysique, rejettent l'idéalisme – en particulier sa version allemande du siècle passé (Kant, Fichte, Hegel), font confiance à l'expérience sensible pour justifier les connaissances objectives – et sont en cela les dignes héritiers de l'empirisme et du sensualisme des Lumières – et rêvent, comme Comte, d'une doctrine philosophique capable d'assurer

l'unité de la science. Ce dernier point fait l'objet de lourdes inquiétudes en raison même des évolutions récentes des sciences, en pleine « crise des fondements » à la fin du ^{xix}^e siècle.

En effet, si depuis l'époque où écrivait Auguste Comte, la biologie, grâce à la physiologie expérimentale de Claude Bernard et les premières découvertes génétiques, a rejoint la catégorie des savoirs mathématisables, ces mêmes sciences mathématiques semblent reposer sur des bases chancelantes depuis l'apparition de la théorie des ensembles et des paradoxes qu'elle engendre. Sous l'influence du premier Wittgenstein (*Tractatus logico-philosophicus*, 1921), les philosophes du Cercle de Vienne ne conçoivent plus les sciences empiriques comme une combinaison de données sensorielles isolées mais comme un ensemble de propositions dont on peut toujours, soit logiquement soit empiriquement, établir la valeur de vérité. Les énoncés doués de sens sont les énoncés de la science, en ceci qu'ils peuvent être déclarés vrais ou faux ; les autres, incertains, relèvent de considérations métaphysiques. L'analyse du langage théorique de la science obéit aux règles de la logique, tandis que son contenu empirique peut être vérifié par l'expérience²³.

Si la téléologie comtienne induite par la loi des trois états enfante une histoire des sciences déjà écrite, l'approche néopositiviste viennoise accorde, quant à elle, peu d'intérêt aux cheminements tortueux par lesquels les contenus théoriques des sciences ont pu être élaborés. Cette épistémologie décrit la science *telle qu'elle doit être* et non *telle qu'elle fut*. On doit à Hans Reichenbach (*Experience and Prediction*, 1938) d'avoir théorisé ce point en établissant la distinction entre « contexte de découverte » et « contexte de justification ». Il s'agit de bien faire la différence entre la façon dont un résultat scientifique donné est découvert et la façon dont il est présenté, défendu, ou justifié devant la communauté scientifique, la plupart du temps longtemps après la découverte. Les problèmes propres au contexte de découverte relèvent de la psychologie et de l'histoire et non de la philosophie : l'épistémologie ne doit se préoccuper que des problèmes relatifs à la justification²⁴. Le positivisme comtien avait ce défaut de lier l'histoire des sciences à une implacable dialectique tandis que l'empirisme logique du Cercle de Vienne se refuse à toute analyse diachronique et contextuellement située dans la mesure où, dans l'objectif d'une « vérification » des théories scientifiques, seule compte leur cohérence interne et externe en l'état actuel des connaissances.

Le *réfutationnisme* (ou *falsificationnisme*) poppérien, pas plus que son meilleur ennemi le *vérificationnisme* de Rudolph Carnap auquel il répond, n'engage à la démarche historique. Karl Popper (1902-1994), formé au plus près des philosophes viennois, offre dès 1934 dans sa *Logik der Forschung* une critique magistrale du vérificationnisme qu'il n'est pas ici question d'étudier en détail. Il nous suffit de remarquer que le renversement opéré – ce ne sont plus les doctrines vérifiables qui sont scientifiques mais seulement celles qui sont réfutables par l'expérimentation – n'implique nullement la réhabilitation d'une perspective diachronique.

Popper considère bien qu'il existe une dynamique à l'œuvre dans l'histoire des sciences, dynamique de sélection dont il emprunte le schéma au darwinisme : une théorie quelconque se maintient aussi longtemps qu'elle peut résister aux tests de réfutation, après quoi, réfutée, elle laisse la place à une théorie plus résistante qui elle-même dure le temps nécessaire pour qu'elle soit mise en défaut, et ainsi de suite. Mais il ne s'agit, dans l'esprit de Popper, nullement là d'une clé permettant de concevoir une hypothétique histoire falsificationniste des sciences, il lui suffit que la mise au jour de cette dynamique serve à tracer une ligne de démarcation entre sciences et pseudosciences et que sa doctrine semble échapper au problème de l'induction dont Popper pense qu'il est fatal au vérificationnisme²⁵. La meilleure preuve en est que le réfutationnisme poppérien est indéfendable d'un strict point de vue historique : si les savants étaient ou avaient été poppériens ils n'auraient pu produire nos sciences car toutes les théories scientifiques sont réfutées, au moins partiellement, dès l'origine.

Maints exemples montrent que les savants préfèrent toujours maintenir coûte que coûte une théorie qu'ils ont laborieusement établie, quitte à émettre des hypothèses *ad hoc*, plutôt que de s'aventurer en territoire inconnu, ce qu'ils ne font que contraints et forcés ; or, la plupart du temps, ils ont raison d'agir ainsi. L'épistémologie poppérienne est donc normative, elle décrit une science idéale, détachée des contingences, hors de toute psychologie ou de contexte lié à une époque.

L'école française d'histoire et de philosophie des sciences

Au moment même où l'épistémologie en langue allemande adopte une démarche logiciste et anhistorique, l'autre grand pays du réveil historiographique et méthodique, la France, a de la peine à s'extraire du

positivisme comtien. C'est pourtant de ce quasi désert que vont être tirées quelques-unes des ressources les plus fécondes pour le renouvellement des problématiques de cette discipline.

Paul Tannery (1843-1904), polytechnicien mais aussi brillant helléniste et éditeur scientifique de Fermat et de Descartes, peut, doit, prendre la succession au Collège de France, en 1903, du positiviste de stricte obédience Pierre Laffitte, lequel n'a aucune affinité avec l'approche historique. Mais le ministère en décide autrement et nomme Grégoire Wyruboff, un cristallographe plutôt transparent, pour des raisons qui ne sont sans doute pas sans rapport avec le catholicisme affiché de Tannery. Ce camouflet est parfois présenté comme symbolique de l'incapacité à penser alors l'utilité d'une histoire des sciences académique en France. Pourtant, l'épisode n'est que le reflet d'une situation peut-être internationale, en tout cas européenne, qui rend laborieuse l'invention de cette discipline : ainsi, le III^e Congrès international des Sciences historiques tenu à Berlin en 1908 supprime la section « histoire des sciences », présente lors des deux congrès précédents de 1900 et 1904 ; il en est de même pour le Congrès international de Philosophie tenu à la même époque qui élimine de son programme la session « logique et histoire des sciences ».

Tannery souhaite au contraire qu'émerge une telle discipline dont il reconnaît par ailleurs les spécificités : « L'histoire des sciences ne peut être considérée comme donnant lieu à des travaux purement scientifiques, parce qu'elle exige la connaissance générale de l'histoire et qu'elle emploie des méthodes historiques ; elle n'est pas davantage regardée comme purement historique, car elle réclame des connaissances scientifiques spéciales, plus ou moins étendues, suivant les cas, et elle soulève des problèmes d'ordre exclusivement scientifique. »²⁶ Comtien mais point trop, Tannery passe outre l'injonction du maître pour qui la philosophie positiviste de l'histoire des sciences ne peut s'appliquer qu'une fois celles-ci structurées en spécialités, c'est-à-dire pas avant la fin du XVIII^e siècle. Tannery estime qu'il faut penser les connaissances anciennes « sous les rubriques dont on les affectait alors »²⁷ et ne pas limiter l'investigation historique à une simple analyse de l'*ars inveniendi*. Son influence sur l'historien américain George Sarton (1884-1956), fondateur du premier département d'histoire des sciences à l'université de Harvard, et sur l'historien français, René Taton (1915-2004), disciple de Bachelard, n'est de ce point de vue pas négligeable.

À côté de ces positivistes plus ou moins réformés dont Abel Rey et Gaston Bachelard seront les continuateurs, deux penseurs originaux contribuent à la même époque à la réflexion épistémologique : Pierre Duhem et Hélène Metzger. Pierre Duhem (1861-1916), physicien et chimiste, fait œuvre d'historien dans son *Système du monde* (1913-1958), où il examine les doctrines cosmologiques de Platon jusqu'à Copernic, et d'épistémologue dans sa *Théorie physique* (1906). De son travail historique, Duhem tire une forte conviction continuiste : la Renaissance ne constitue en rien une rupture radicale du point de vue des connaissances scientifiques, ou plutôt les changements en apparence « révolutionnaires » du ^{xvi}^e et du ^{xvii}^e siècle sont le produit d'une lente évolution. Il démontre ainsi l'importance de la théorie médiévale de l'*impetus* comme annonciatrice de la mécanique de Galilée.

Les théories antérieures aux Lumières méritent donc d'être prises au sérieux par l'historien et non simplement considérées comme des expressions d'une raison primitive bloquée dans un quelconque état « théologique » ou « métaphysique ». Comme épistémologue, Duhem a sans doute une postérité plus importante encore. Étudiant la méthode expérimentale en physique et son rapport à la théorisation, Duhem montre qu'une expérience ne permet jamais de tester isolément une hypothèse (principe de l'holisme épistémologique) mais met en jeu tout un réseau de lois présumées établies et d'hypothèses théoriques annexes. Quand l'expérience donne un résultat négatif, le savant doit déterminer, sans qu'aucune méthode univoque ne lui indique comment procéder, *ce qui cloche* : l'hypothèse centrale, les instruments, les lois connues jusqu'alors, les sous-hypothèses, sa propre maladresse ? Duhem adopte par ailleurs une position épistémologique *instrumentaliste* qui l'amène à considérer les théories scientifiques comme ni vraies ni fausses mais comme des instruments commodes servant à décrire les phénomènes que nous observons et à prédire ceux que nous devrions observer²⁸.

De son côté l'historienne de la cristallographie et de la chimie Hélène Metzger (1888-1944), adoptant une attitude plus clairement antipositiviste, affirme qu'un ensemble donné de faits ne détermine jamais une seule théorie à même de les expliquer (principe de la sous-détermination de la théorie par l'expérience) et exhorte ses collègues à porter attention à la « subjectivité » des savants afin de comprendre par quels processus mentaux des théories scientifiques peuvent être élaborées. Distinguant

« pensée expansive » (intuitive, créative, imaginative) et « pensée réfléchie » (méthodique et logique), Metzger privilégie l'étude de la première pour répondre à la question : quelle est donc l'origine des hypothèses ?

Inspirée par la démarche de son oncle, Lucien Lévy-Bruhl, elle envisage ces déterminants comme essentiellement anthropologiques et sociologiques, et souscrit à l'idée de Taine affirmant qu'une « œuvre littéraire, scientifique ou artistique n'est pas isolée, qu'elle est fonction de l'ensemble social et humain dont elle dépend et qui l'explique ». Il y a donc un lien entre la physique de Descartes, la psychologie de Corneille, l'éloquence de Bossuet, la chimie de Lémery, la virtuosité des architectes de Versailles...

Le moyen par lequel ce lien peut être découvert relève de l'herméneutique (et non de l'analyse logique ou sémantique) réalisée par des « expériences » mentales qui demandent à l'historien de « pénétrer dans la pensée créatrice d'autrefois ». Le progrès scientifique est tout sauf inévitable et écrit d'avance : « L'histoire est comme la théorie scientifique elle-même une construction de l'esprit. » Metzger redoute par-dessus tout le proche avènement d'une politique du savoir-faire technologique qui se développerait au détriment de l'esprit scientifique (qu'elle assimile à une métaphysique). Elle meurt à Auschwitz huit ans après avoir écrit ces paroles prophétiques²⁹.

Durant l'entre-deux-guerres, le champ de l'histoire des sciences s'institutionnalise sans parvenir à s'émanciper totalement de l'épistémologie et de la philosophie des sciences. Aux États-Unis, George Sarton fonde la revue *Isis* en 1913, complétée en 1936 de la revue *Osiris*, les premières revues spécialisées de ce domaine historiographique. Aldo Mieli (1879-1955), après avoir créé la revue *Archeion*, plaide pour la réunion du premier Congrès international d'histoire des sciences qui se tient à Paris en 1929, l'année même de la publication de la *Brochure jaune* qui sert de manifeste au Cercle de Vienne. Il sera suivi de ceux de Londres (1931), Coimbra (1934) et Prague (1937).

En France, Abel Rey (1873- 1940) préside à la création de l'Institut d'histoire des sciences (1932), bientôt renommé Institut d'histoire des sciences et des techniques, qui dépend à l'origine de la Faculté des Lettres de Paris. En lien avec le Centre de Synthèse d'Henri Berr, Marcel Mauss, François Simiand et Lucien Febvre, Rey a pour ambition de faire travailler

ensemble « étudiants de laboratoires et étudiants d'histoire ou de philosophie ». L'IHST propose un cursus avec deux options : l'une concerne « l'histoire générale des sciences », conçue comme une histoire de la pensée logique qui se déploie à travers le temps, et l'autre « l'histoire des grandes théories scientifiques contemporaines » qui permet des études historiques plus érudites sur les diverses disciplines. L'Institut, cependant, vivote : il n'accueille qu'une vingtaine d'étudiants en 1936 dont 11 étudiants français, 4 étrangers et 6 auditeurs libres. Il reste peu fréquenté jusqu'à ce que Bachelard soit nommé à sa tête, à la mort de Rey en 1940.

Premier numéro de la revue *Isis* fondée en 1913 par G. Sarton

ISIS

REVUE CONSACRÉE A L'HISTOIRE
DE LA SCIENCE, PUBLIÉE PAR
GEORGE SARTON, D. SC.

COMITÉ DE PATRONAGE :

Svante Arrhenius, directeur de l'Institut scientifique Nobel, Stockholm; **Henri Berr**, directeur de la *Revue de synthèse historique*, Paris; **Moritz Cantor**, professeur émérite à l'Université d'Heidelberg; **Franz Cumont**, conservateur aux Musées royaux, Bruxelles; **E. Durkheim**, professeur à la Sorbonne, Paris; **Jorge Engerand**, directeur de l'École internationale d'archéologie et d'ethnographie américaines, Mexico; **Ant. Favaro**, professeur à l'Université de Padoue; **Franz-M. Feldhaus**, directeur des *Quellenforschungen zur Geschichte der Technik und der Naturwissenschaften*, Berlin; **John Ferguson**, professeur à l'Université de Glasgow; **Arnold van Gennep**, professeur à l'Université de Neuchâtel; **E. Gobiol**, professeur à l'Université de Lyon; **Io. Guareschi**, professeur à l'Université de Turin; **Sigmund Günther**, professeur à l'École technique supérieure de Munich; **Sir Thomas-L. Heath**, K.C.B., F.R.S., Londres; **J.-L. Heiberg**, professeur à l'Université de Copenhague; **Frédéric Houssay**, professeur à la Sorbonne, Paris; **Karl Lamprecht**, professeur à l'Université de Leipzig; **Jacques Loeb**, member of the Rockefeller Institute for medical research, New-York; **Gino Loria**, professeur à l'Université de Gênes; **Jean Mascart**, directeur de l'Observatoire de Lyon; **Walther May**, professeur à l'École technique supérieure de Karlsruhe; **G. Milhaud**, professeur à la Sorbonne, Paris; **Max Neuburger**, professeur à l'Université de Vienne; **Wilhelm Ostwald**, professeur émérite à l'Université de Leipzig; **Henri Poincaré** †; **Em. Radl**, professeur à l'École réelle, Prague; **Sir William Ramsay**, K.C.B., F.R.S., Londres; **Praphulla Chandra Ray**, professeur à Presidency College, Calcutta; **Abel Rey**, professeur à l'Université de Dijon; **David Eugene Smith**, professeur à Columbia University, New-York; **Ludwig Stein**, professeur à l'Université de Berlin; **Karl Sudhoff**, Direktor des Institutes für Geschichte der Medizin, Leipzig; **E. Waxweiler**, directeur de l'Institut de sociologie Solvay, Bruxelles; **H.-G. Zuthen**, professeur à l'Université de Copenhague.

WONDELGEM-LEZ-GAND

(BELGIQUE)

MARS 1913

Cette tradition philosophico-historique qui tranche avec le logicisme affirmé à la même époque en Allemagne et en Autriche doit beaucoup aux figures tutélaires des philosophes atypiques que furent Gaston Bachelard et Alexandre Koyré. Pour eux, le cheminement de l'esprit humain qui, à une époque donnée, se trouve en capacité d'établir une nouvelle théorie ou de faire une découverte mérite d'être retracé avec précision. On parle à leur propos de « style français » de philosophie des sciences, ou encore d'histoire des sciences mise en rapport avec des idées philosophiques qui n'est pas sans influence sur l'historiographie plus récente, y compris anglo-saxonne.

Gaston Bachelard (1884-1962), tout à la fois psychanalyste, philosophe, poète et ingénieur des postes, défend dans *La formation de l'esprit scientifique* (1938) une conception résolument discontinuiste de l'histoire des sciences. Raisonnant à partir du modèle de la science expérimentale, il envisage les connaissances scientifiques comme une rupture méthodique avec le sens commun. Pour que les simples intuitions et les idées puissent devenir des savoirs, il faut que le savant parvienne à dépasser les généralisations ou les spéculations hâtives que notre expérience et notre environnement social nous font partager.

Ce sont ces idées toutes faites que Bachelard appelle des « obstacles épistémologiques ». Parce que ce processus d'émancipation est historique, l'épistémologie sans l'histoire est, comme aurait pu dire Kant, vide et aveugle. En outre, selon Bachelard, aucune des grandes philosophies classiques (l'empirisme ou l'idéalisme) ne parvient efficacement à décrire les mécanismes de la découverte : il faut admettre que les connaissances s'élaborent dans une fusion de la théorie et de la pratique. Nulle pratique n'est possible sans théorie, nulle théorie n'est constituable sans pratique (ce pour quoi il nomme les instruments scientifiques des « théories matérialisées »). « Connaître, écrit-il au début de l'un de ses premiers textes, c'est décrire pour retrouver. »³⁰ Cette épistémologie favorise donc les recherches qui portent non seulement sur les savants, leur milieu, les processus intersubjectifs qui conduisent à établir en science des consensus, mais aussi sur les pratiques et les instruments, c'est-à-dire une histoire des sciences inévitablement liée à l'histoire des techniques.

Cependant, l'approche historicisante proposée par Bachelard a ses limites : l'héroïsation excessive de la figure du savant, seul capable de s'élever dans l'échelle de la connaissance vraie ; le rôle central de l'expérimentation – les scientifiques sont des « travailleurs de la preuve » – qui suppose que l'on néglige les sciences plus abstraites et interdit largement l'étude des savoirs antérieurs aux ^{xvii}^e et ^{xviii}^e siècles ; ainsi que la foi proclamée en un progrès des sciences certes discontinu mais qui réalise toutes les potentialités de la raison. Quoi qu'il en soit, ses disciples, sous la direction de René Taton, qui crée en 1947 la *Revue d'histoire des sciences* et se trouve associé aux historiens de l'École Pratique des Hautes Études, rédigent collectivement une *Histoire générale des sciences* en 4 volumes (1957-1964) qui reste un monument du genre.

Alexandre Koyré (1892-1964), né en Russie, suit d'abord les cours d'Husserl en Allemagne, puis ceux de Bergson, une fois installé à Paris à la fin de la Première guerre mondiale. Son approche historique de l'épistémologie est beaucoup plus approfondie que celle ses prédécesseurs et, plus encore que celle de Bachelard, elle incite à l'étude directe des textes. D'abord connu pour ses travaux sur Galilée (*Études galiléennes*, 1939), il séjourne aux États-Unis durant la Seconde Guerre mondiale et rentre en France en 1945 où il connaît un succès académique grandissant qui conduit à la publication de son opus major, *Du monde clos à l'univers infini* (1957), suivi de *La révolution astronomique* et de ses *Études newtoniennes* (1965, posth.). Directeur d'études à l'EPHE, il fonde en 1958, au sein de la VI^e section (« sciences économiques et sociales ») dirigée par Febvre puis Braudel, un Centre de recherches d'histoire des sciences et des techniques qui prend son nom après 1966 et est encore aujourd'hui l'un des pôles de recherches importants de la discipline en France.

L'histoire des sciences « à la Koyré » est une histoire des idées exigeante qui ne fait pas l'économie de la notion de « matériel mental » chère à Lucien Febvre. Il n'est pas étonnant que cette approche génétique si scrupuleuse ait pu influencer Georges Canguilhem (1904-1995), qui prit le risque d'appliquer ces méthodes aux sciences de la vie, puis Michel Foucault (1926-1984), promoteur d'une « archéologie du savoir ». Ce dernier, multipliant les travaux sur la médecine, la sexualité, la folie, la justice ou bien encore l'histoire naturelle, met l'accent sur l'articulation entre discours scientifiques et pratiques sociales ou institutionnelles : il étudie notamment en parallèle les régimes de savoir et les régimes de pouvoir et cherche à définir l'épistémè d'une époque comme condition des discours (y compris scientifiques) qui y sont produits.

Le tournant historiciste des années 1960

Avant même la Deuxième Guerre mondiale, les penseurs du Cercle de Vienne, chassés d'Allemagne et d'Autriche parce que juifs ou libéraux, ont trouvé refuge dans les pays anglo-saxons. Ils y ont donné naissance à un fort courant de philosophie dite « analytique ». Au sein même de cette discipline, plusieurs épistémologues ont peu à peu remis en cause l'empirisme logique en tant que description efficace et fidèle de ce que sont les sciences et de ce qu'elles ne sont pas. Dès lors, sur les ruines encore

fumantes de la philosophie des sciences positiviste, vont prospérer les approches concurrentes des sociologues et des historiens. Un livre en particulier, révélateur du « tournant historiciste » en épistémologie va marquer la rupture : *The Structure of Scientific Revolutions* (1962) de Thomas S. Kuhn.

Thomas S. Kuhn (1922-1996) considère qu'il n'y a plus rien à attendre d'une analyse logique ou sémantique des connaissances scientifiques pour rendre compte de leur formation et surtout de leur évolution. Fidèle à l'esprit de Koyré qu'il présente, avec Duhem et Meyerson, comme l'un de ses maîtres à penser, il élabore un schéma de la dynamique des sciences qui repose entièrement sur un modèle historique : la révolution astronomique des ^{xvi}^e et ^{xvii}^e siècle. Comme Bachelard, Kuhn perçoit l'histoire des sciences comme discontinue et marquée par des ruptures brutales correspondant, selon lui, à un changement de « paradigme ».

Cette notion, qui a fait couler beaucoup d'encre, peut recevoir deux principales définitions, l'une étroite, l'autre large. Au sens étroit, un paradigme est un exemple-type par lequel un jeune scientifique est formé à un certain cadre théorique. C'est une solution d'énigme clé en main qui permet d'illustrer les principes fondamentaux d'un corps de doctrine. Au sens large, un paradigme est une « vision du monde » qui détermine à une certaine époque au sein d'une communauté scientifique donnée la façon dont le rapport de connaissance à la réalité physique est envisagé. Pour éviter les confusions et répondre aux critiques, Kuhn proposa de renommer les paradigmes (au sens large) des « matrices disciplinaires » mais cette terminologie ne s'est pas imposée.

Les éléments composant le paradigme comme « vision du monde » sont de divers types : il peut s'agir de généralisations symboliques exprimées par des formules ou des principes-guides qui n'ont pas de contenu empirique ; ou de métaphores et d'analogies fréquemment employées qui déterminent les formes du possible dans la théorie ; ou encore d'explications verbales au sujet de tel ou tel phénomène, complétées par des schémas, dessins, modèles, etc. ; enfin le paradigme implique également l'acceptation de valeurs normatives, qui définissent un idéal de scientificité et de méthode, et l'apprentissage d'exemples-types qui sont autant de solutions aux problèmes posés par l'étude des phénomènes naturels. Un exemple de changement de paradigme est le passage du géocentrisme antique et

médiéval à l'héliocentrisme de la Renaissance. Il ne s'agit pas simplement de substituer un centre de l'univers à un autre mais bel et bien de concevoir l'univers différemment, en utilisant des moyens d'investigation différents et une ontologie totalement renouvelée.

Les périodes durant lesquelles un paradigme particulier domine sont appelées par Kuhn périodes de « science normale ». Pendant cette phase, la communauté des savants considère le paradigme comme satisfaisant dans la mesure où ses prédictions se trouvent vérifiées. Lorsque des faits récalcitrants se présentent, ils sont généralement traités comme des erreurs à corriger par un patient travail d'ajustement. Quand des faits résistent à cet ajustement, ils sont considérés comme des anomalies. En fonction du nombre et de l'importance de ces anomalies, un paradigme peut entrer en crise. La prolifération des anomalies due aux ajustements sans cesse plus serrés du paradigme entraîne à son tour une indétermination et un foisonnement théorique nouveau, très insécurisant pour les savants. La résolution de ces crises (les fameuses « révolutions scientifiques ») passe par l'adoption d'un nouveau paradigme permettant de répondre aux problèmes antérieurs, de fixer un nouveau cadre théorique et de formuler de nouvelles prédictions. Une fois le nouveau paradigme établi, s'ouvre une autre période de « science normale », jusqu'à la crise suivante.

À ce stade de sa réflexion, Kuhn essaye de comprendre comment les savants arrivent à se convaincre d'opérer un tel saut dans l'inconnu et d'abandonner un paradigme solidement établi au profit d'un paradigme seulement prometteur. Il énonce, pour répondre à cette question, sa thèse la plus discutée (et critiquée) : l'« incommensurabilité des paradigmes ». Parce qu'un changement de paradigme correspond à un changement de « vision du monde », c'est-à-dire à un changement d'ontologie, « la concurrence entre paradigmes n'est pas le genre de bataille qui puisse se gagner avec des preuves ».

Les défenseurs de l'ancien et du nouveau paradigme entament au moment de la crise un véritable « dialogue de sourds »³¹. Les partisans du paradigme émergent, qui appartiennent généralement à une nouvelle génération, ne peuvent que se « convertir » (le terme est volontairement emprunté au vocabulaire religieux) sur la base de leur intime conviction : « Celui qui adopte un nouveau paradigme à un stade précoce doit souvent le faire au mépris des preuves fournies par les résolutions de problème. Autant

dire qu'il lui faut faire confiance au nouveau paradigme pour résoudre les nouveaux et importants problèmes qui sont posés, en sachant seulement l'incapacité de l'ancien à en résoudre quelques-uns. Une décision de ce genre ne relève que de la foi. »³² Cette conversion peut être individuelle (voyez Galilée à l'égard du copernicanisme) mais elle est la plupart du temps l'affaire d'une génération : une révolution scientifique est brutale parce qu'elle suppose une modification complète en termes de représentation du monde physique mais elle n'est pas forcément faite « en un instant ».

Puisqu'un changement de paradigme ne s'opère pas, selon Kuhn, en vertu de critères purement rationnels (le raisonnement logique ou l'examen de la preuve empirique), l'épistémologie kuhnienne prépare le terrain à une approche socio-historique qui définit la (ou les) science(s) comme étant le fruit d'une activité essentiellement *sociale*. La recherche scientifique suppose en effet l'existence d'une organisation collective contrôlant l'activité de ses membres : en période « normale », une forme de dogmatisme domine, en particulier dans un but d'apprentissage des concepts et des gestes par les jeunes chercheurs ; en période de crise, des facteurs multiples encouragent certains savants à chercher le salut dans la défense d'un nouveau paradigme. Kuhn conclut par une exhortation à ce que l'épistémologie elle-même réalise sa mue révolutionnaire : « Comme le langage, la connaissance scientifique est intrinsèquement la propriété commune d'un groupe, ou bien elle n'est pas. Pour la comprendre, il nous faudra connaître les caractéristiques spéciales des groupes qui la créent et l'utilisent. »³³

Chez Kuhn, l'épistémologue ou l'observateur des doctrines scientifiques se comporte en définitive comme un anthropologue confronté aux représentants d'une culture étrangère : il doit considérer ce discours étranger comme cohérent et signifiant, éviter les *a priori* ethnocentriques (c'est-à-dire ne pas juger la science du passé à l'aune de la science actuelle) et essayer de comprendre ces doctrines en « naturaliste » et non de manière prescriptive ou normative ainsi que la plupart des philosophies des sciences l'avaient toujours envisagé³⁴. L'œuvre de Kuhn eut un extraordinaire retentissement auprès des historiens et des sociologues des sciences, en particulier dans le monde anglo-saxon, du fait même qu'elle consacrait la défaite de l'épistémologie positiviste et néo-positiviste qui avait dominé jusque-là.

L'approche contemporaine : les *science studies* et leurs nouvelles problématiques

Dans les années 1960 et 1970, tandis que la France maintient sa tradition d'histoire des sciences mise en rapport avec des idées philosophiques qui produit son meilleur avec les travaux des élèves d'Alexandre Koyré et de Michel Foucault, le monde anglo-saxon connaît une véritable révolution épistémologique et historiographique avec le développement exponentiel des *science studies*, bientôt unies sur les campus américains aux *cultural studies*³⁵.

La sociologie mertonienne : le courant externaliste

L'intérêt pour la science en tant que phénomène social, notamment en tant qu'institution, est ancien mais on doit au sociologue Robert K. Merton (1910-2003) d'avoir modélisé cette approche. Plus qu'une sociologie des sciences, ce courant classique propose une « sociologie des scientifiques » de type fonctionnaliste et s'interdit notamment l'analyse des contenus savants (choix des objets, concepts, méthodes et interprétations). Les scientifiques sont étudiés en tant que groupe social (obéissant à des normes et à une éthique spécifiques) dont les comportements sont scrutés, notamment sous l'angle des mécanismes de régulation. L'idée maîtresse de cette école est que la structure sociale de la science rend possible (mais n'explique pas pour autant) la pratique de la rationalité scientifique, l'accumulation des connaissances et leur diffusion dans la société³⁶.

Robert K. Merton, diplômé de l'Université de Harvard en 1936 où il côtoie George Sarton, mène par la suite l'essentiel de sa carrière à l'Université Columbia de New York. Il est reconnu comme le fondateur de la sociologie des sciences. En 1938, il publie *Science, Technology, and Society in Seventeenth Century England*, livre dans lequel il s'interroge sur l'émergence d'une nouvelle science dans le cadre politique et religieux de l'Angleterre du ^{xvii}^e siècle. La thèse principale de l'ouvrage est que l'*éthos puritain* dominant la société anglaise du ^{xvii}^e siècle stimule l'intérêt pour la démarche rationnelle et empirique. Le puritanisme ne crée pas la science mais contribue à accélérer son développement et donc facilite son institutionnalisation. Ces travaux rejoignent ceux, antérieurs, de Max Weber (1864-1920) sur l'éthique protestante mise en relation avec l'esprit du

capitalisme, mais le pari mertonien est plus audacieux encore car il ne s'agit pas de mettre en rapport deux données sociales bien connues (les comportements religieux et économiques) mais un état d'esprit et une forme de connaissance. Merton attire notamment le regard sur ces « éléments extra-scientifiques qui influencent, sinon déterminent, la centration de l'attention scientifique autour de certains champs d'investigation ». Autrement dit, il existe certains déterminants sociaux capables d'amener les scientifiques à sélectionner ou privilégier certains problèmes plutôt que d'autres.

En conséquence, Merton en vient à s'intéresser à ce qui pourrait constituer un *éthos* proprement scientifique, c'est-à-dire un ensemble de valeurs et de normes exerçant une influence contraignante sur l'homme de science produit par l'institution mais intégré par celui-ci. Merton isole ainsi quatre normes éthiques fondamentales : a) l'universalisme (ce qui est vrai ici est vrai partout), b) le communalisme (le savoir doit se partager, la vérité est un bien collectif), c) le désintéressement (les résultats doivent être reproductibles, le profit ne peut être uniquement personnel), d) le scepticisme organisé (les savants doivent s'évaluer les uns les autres à partir de critères objectifs). Bien entendu, ces normes, comme toutes normes, sont faites pour être transgressées et le sont quotidiennement, car il existe une tension entre l'éthos scientifique et les autres contraintes sociales auxquelles le savant est soumis. Merton et ses disciples étudient donc, d'une part, la façon dont l'institution transmet ses normes de génération en génération et, d'autre part, comment ces normes sont intériorisées et (non) respectées.

À partir de la fin des années 1950, le sociologue américain réoriente ses recherches vers les conflits entre savants, notamment les controverses et les querelles de priorité : « La fréquence des disputes sur la priorité (des découvertes) ne résulte pas des caractéristiques individuelles des scientifiques mais de l'institution scientifique qui définit l'originalité comme une valeur suprême et fait de la reconnaissance de cette originalité un problème majeur. »³⁷ Merton poursuit avec des travaux sur les découvertes simultanées, l'ambivalence des normes, les formes d'avantages cumulés (« effet Matthieu »), la compétition entre chercheurs et les procédures d'évaluation.

L'école sociologique mertonienne se divise alors en deux courants principaux : un courant « institutionnaliste » qui étudie les modes d'évaluations et de reconnaissance, avec les travaux de Stephen Cole et Jonathan Cole (1973) sur les inégalités de carrière au sein de la communauté scientifique selon le sexe, la couleur de peau ou même la religion, de Harriet Zuckerman (1977) sur la remise des prix Nobel, ou de Jerry Gaston (1978) sur le lien entre les modalités de récompense et les modèles socio-économiques nationaux. Un courant « structuro-fonctionnaliste » dont les études portent sur les modalités concrètes de la recherche et sur les résistances des scientifiques face à certaines découvertes, telles celles de Bernard Barker (1958 et 1961), sur la quête individuelle de notoriété, de Warren Hagstrom (1965), sur l'acceptation bénévole des normes, de W. Norman Storer (1966), ou encore sur la diffusion des innovations scientifiques comme chez Diane Crane (1969), etc. Cette école assume le monopole de la sociologie des sciences jusqu'au début des années 1970, au moment où certains historiens et sociologues marqués par une lecture radicale de l'épistémologie kuhnienne en viennent à interroger *en termes sociologiques* le contenu même des productions scientifiques, ce à quoi la tradition mertonienne s'est toujours refusée.

Le tournant critique des années 1970 : les *social studies of science*

L'après-Mai 68 est l'occasion d'une vaste remise en cause des figures d'autorité qui n'épargne pas les sciences. Elles y échappent d'autant moins que la collusion de plus en plus étroite entre la communauté scientifique, les pouvoirs politiques et l'industrie (notamment dans les secteurs de la santé et de la défense) suscite des mouvements d'opinion. De la bombe d'Hiroshima à la guerre du Vietnam, en passant par ce que Foucault nomme la normativité du « biopouvoir » ou les premiers grands scandales écologiques, le scepticisme envers le progrès scientifique gagne du terrain en Occident. Étendant les principes kuhnien de la science « révolutionnaire » à la science « normale », au risque d'un relativisme parfois assumé et, pour le moins, d'un constructivisme affirmé, certains chercheurs se demandent s'il est possible d'expliquer en termes purement sociologiques le contenu et la nature mêmes de la connaissance scientifique.

Deux programmes de recherches allant dans ce sens, dont les méthodes sont assez proches, naissent en Grande-Bretagne au cours de cette période : le « Programme fort » de la Sociologie de la connaissance scientifique (*Sociology of Scientific Knowledge* ou SSK) de Barry Barnes et David Bloor, tous deux enseignants alors à l'Université d'Édimbourg ; et le « Programme relativiste empirique » (*Empirical Program of Relativism* ou EPOR) formulé par Harry Collins, chercheur à l'Université de Bath.

Barry Barnes (né en 1943) publie en 1974 *Scientific Knowledge and Sociological Theory*, livre dans lequel il définit la tâche nouvelle qu'il assigne au sociologue de la connaissance scientifique. Celui-ci doit rendre compte de la façon dont les scientifiques en viennent à considérer leurs hypothèses comme valides, et cela sans que le sociologue convoque un quelconque critère de vérité ou de rationalité intrinsèque. Il est devenu inutile de considérer le contexte de justification : le contexte de découverte seul importe et les déterminants sociaux qui agissent en période de crise de paradigme peuvent aussi être questionnés durant la phase de « science normale ».

David Bloor (né en 1942) formalise les réflexions de Barnes dans *Knowledge and Social Imagery* (1976) où il définit le « Programme fort » de la nouvelle sociologie des sciences. Les recherches dans ce domaine doivent désormais suivre quatre principes méthodologiques : a) *causalité* : il s'agit de déterminer les conditions et les causes de tout ordre qui expliquent l'émergence et le développement des connaissances scientifiques ; b) *impartialité* : le sociologue étudie ces énoncés de savoir sans tenir compte de leur présumée vérité ou fausseté, du succès ou de l'échec de leurs prédictions ; c) *symétrie* : les mêmes causalités doivent être convoquées pour expliquer les énoncés vrais comme les énoncés faux (ceci afin de ne pas attribuer trop vite aux vainqueurs la médaille du mérite rationnel et aux perdants celle de la superstition, de la maladresse ou de la stupidité) ; d) *réflexivité* : les modèles explicatifs adoptés pour rendre compte des connaissances scientifiques doivent pouvoir être appliqués à la sociologie des sciences elle-même et à ses praticiens.

Moins orientés par un schéma causaliste, les travaux d'Harry Collins (né en 1943) rejoignent ceux de Barnes et Bloor en termes de prescription méthodologique. En 1981, il définit ainsi les trois phases nécessaires de l'investigation sociologique appliquée à l'élaboration des connaissances

scientifiques : 1) l'étude des manifestations empiriques de la « flexibilité interprétative » propre aux résultats expérimentaux ; 2) l'identification des facteurs intrinsèques et extrinsèques assurant la clôture de débats et l'établissement des consensus au sein de la communauté savante ; 3) l'étude des relations qu'entretiennent ces facteurs avec l'environnement social et politique plus global.

S'appuyant sur une revue, *Social Studies of Science*, fondée en 1975, le courant constructiviste anglo-saxon s'est considérablement diversifié depuis le début des années 1980 et son influence est majeure à travers le monde. Il a notamment donné lieu à des recherches d'un genre inédit qui ont contribué au renouvellement de la discipline : analyse de discours (« technologies littéraires »), analyse de controverses³⁸, répliques d'expériences historiques, microsociologie ou anthropologie des pratiques de laboratoire. Il ne s'agit plus d'étudier les sciences comme un simple ensemble de savoirs cumulatifs et logiquement structurés mais en « actes », à l'instar des travaux de Steve Woolgar (né en 1950) et Bruno Latour (né en 1947) sur *La vie de laboratoire* (1979) qui ont mené une véritable enquête de terrain sur un mode ethno-anthropologique au sein du laboratoire de neurobiologie californien du Professeur Guillemin, prix Nobel de médecine en 1977.

Non exempte de critiques³⁹, cette nouvelle historiographie des sciences a le mérite d'offrir une description détaillée de l'activité scientifique telle qu'il n'y en avait jamais eu auparavant. Elle permet encore de *localiser*, voire de relocaliser, la production du savoir et de la resituer dans un tissu social plus large que la communauté des purs « génies ». Elle met à jour les liens étroits (et pour tout dire parfois indémêlables) entre nature et culture qui sont non seulement au fondement de nos activités cognitives mais encore de nos structures sociales et politiques.

Bilan historiographique

C'est l'optimisme des Lumières dans les progrès de la raison humaine qui a rendu une histoire des sciences possible. Ce point de départ s'inscrit dans une perspective nettement téléologique : quoi qu'il arrive, nonobstant quelques obstacles, la rationalité se déploie et le monde est décrit, de mieux en mieux, *tel qu'il est*. De Comte à Bachelard, nul ne doute que les sciences accumulent des savoirs de plus en plus vrais et que cette accumulation est

un processus dialectique inéluctable. Pourtant, malgré les débats philosophiques sans fin pour établir, depuis la loi des trois états jusqu'au vérificationnisme ou au réfutationnisme, ce qui permet de définir et de distinguer « la » science des autres formes de connaissances et de discours, nul n'est parvenu à produire une épistémologie qui satisfasse à tous les critères efficients pour tracer cette ligne de démarcation, pas plus qu'il n'y a consensus sur les parts inductive et hypothético-déductive qu'il faut attribuer à la méthode scientifique pour affirmer qu'elle produit des énoncés objectifs.

L'histoire des sciences marquée de positivisme qui prédomine jusqu'aux années 1960 est donc principalement une histoire « internaliste », une histoire-jugement, pour ainsi dire anachronique puisqu'elle pèse le contenu des savoirs anciens à l'aune des connaissances actuelles, sélectionnant à l'envi les gagnants et les perdants de cette grande course à la vérité. Or, la vérité est par essence anhistorique, elle existe de tout temps et pour toujours, il suffit de la découvrir. Cette histoire internaliste des sciences confine donc à l'histoire événementielle, voire à l'histoire-bataille de l'École méthodique, à ceci près qu'elle remplace les batailles par des découvertes et les grands capitaines par d'intrépides savants. Comme le fait remarquer Bruno Latour à propos de la controverse du ^{xix}^e siècle entre Pasteur et Pouchet sur la génération spontanée : « L'histoire de la vérité émergeant de l'erreur [...] porte en elle assez peu d'histoire, ou, comme disent les philosophes, assez peu d'*historicité* »⁴⁰.

Les historiens constructivistes présents depuis le milieu des années 1970 ont, selon le bon mot de Dominique Pestre, « *refait le coup* de leurs aînés, historiens des Annales, qui ont abandonné la Grande histoire pour celle des pauvres et du quotidien »⁴¹. Pas plus que les philosophes, et peut-être même encore moins puisqu'ils n'y prétendent pas, les historiens et les sociologues des sciences contemporains ne peuvent affirmer décrire l'intégralité du phénomène cognitif et social protéiforme que nous appelons « la » (ou « les ») science(s). Il leur suffit de donner un aperçu de la science *telle qu'elle se fait*, ou telle qu'elle s'est faite, plutôt que de ruminer sur ce qu'elle devrait être ou aurait dû être. Le résultat de cette démarche a été un net rapprochement des méthodes des historiens des sciences avec celles du reste de la communauté historique et la jonction avec les problématiques tant classiques que nouvelles.

L'histoire des techniques, quant à elle, a aussi été marquée par l'interprétation positiviste. Ce n'est pas ici la longue liste des savants et de leurs découvertes mais celle des génies et de leurs inventions. La révolution industrielle est l'horizon (plus tardif) qui fait office de révolution scientifique : le système bielle-manivelle, le laminoir, l'horloge à poids, le métier à tisser, la pompe à feu en sont les machines héroïques. Son rapport avec l'archéologie et la « culture matérielle » rend cependant cette discipline plus tôt et plus facilement intégrable aux travaux des historiens généralistes, notamment ceux des *Annales* qui s'intéressent aux moyens techniques de la production économique et culturelle.

De grandes synthèses sont produites en France et en Angleterre à partir du milieu des années 1950 : Charles Singer, Alfred Rupert Hall *et alii* dirigent une *History of technology* en cinq volumes publiée à Oxford (1954-1958), Maurice Dumas une *Histoire générale des techniques* en trois volumes aux PUF (1962-1968) qui fait pendant à l'Histoire générale des sciences de Taton. *L'histoire des techniques* (1978) de Bertrand Gille tranche par sa volonté de conceptualisation et de contextualisation (notion de « système-technique » perçu dans sa dimension historique qui serait l'équivalent du « paradigme » kuhnien). Les historiens des techniques d'aujourd'hui insistent dès lors sur la dimension sociale et globale des productions techniques et non sur quelques inventeurs de génie soumis au magistère de la « vraie » science.

Il est désormais permis à l'historien des sciences et des techniques de faire jonction tant avec l'histoire politique (institutions, patronage, mécénat, guerres, conquêtes coloniales, etc.) qu'avec l'histoire économique (exploitation des ressources naturelles, machines industrielles, comptabilité, usages de la statistique, fabrication d'instruments, etc.), l'histoire religieuse (rôle heuristique de la métaphysique, place des religieux dans la recherche, attitudes des autorités spirituelles, etc.), l'histoire sociale (civilité de la preuve, communauté scientifique et groupes professionnels, circulation de l'information, vulgarisation, *go-betweens*, etc.), l'histoire connectée (hybridation des formes de savoirs, échanges de connaissances et de savoir-faire, emprise coloniale, etc.), l'histoire du genre (définition médicale du genre, place des femmes dans la communauté savante, analyse genrée du contenu des théories scientifiques, etc.).

On le voit, l'histoire des sciences et des techniques comprend, certes, l'analyse des doctrines et celle du contexte (notamment institutionnel) dans lequel elles ont été produites, mais elle est aussi beaucoup plus que cela. Longtemps marginalisée, cette matière est à présent parfaitement intégrée aux champs de recherche généraux de la « science » historique. Pour autant, on ne saurait se satisfaire intellectuellement de faire « une histoire des sciences sans sciences », comme l'écrit Bruno Belhoste en pointant du doigt les dérives d'une certaine historiographie « sociale » des sciences⁴². C'est ce délicat équilibre qui constitue aujourd'hui le défi pour les jeunes chercheurs de cette discipline.

Bien que les problématiques désormais adoptées soient, comme il vient d'être dit, très diverses, il nous a paru utile dans les pages qui suivent de rappeler le cadre chronologique et linéaire de l'évolution des savoirs scientifiques et techniques à l'époque moderne afin que le lecteur dispose des connaissances nécessaires à la mise en perspective développée dans les chapitres ultérieurs. La notion même de « révolution scientifique », élaborée par Koyré et reprise par Kuhn, qui a longtemps servi de fil rouge à cette histoire sera également questionnée.