

Clifford D. Conner  
Histoire populaire des sciences  
Points S215 Editions L'Echappée - 2011  
672 pages

Remerciements de l'auteur	page 2
1 – Quelles sciences ? Quelle histoire ? Quel peuple ?	page 2
2 – La préhistoire : les chasseurs-cueilleurs étaient-ils stupides ?	page 5
3 – Quel « miracle grec » ?	page 21
4 – Marins hauturiers et sciences nautiques	page 33
5 – Du 15 <sup>e</sup> au 17 <sup>e</sup> siècle : par qui la révolution scientifique fut-elle faite ?	page 39
6 – Du 16 <sup>e</sup> au 18 <sup>e</sup> siècle : à qui profita la révolution scientifique ?	page 47
7 – Le 19 <sup>e</sup> siècle : l'alliance du capital et de la science	page 53
8 – Le 20 <sup>e</sup> siècle et après : le complexe scientifico-industriel	page 58

## Remerciements de l'auteur

La revue *Science for the People*, parue tout au long des années 1970 et 1980, a contribué à former ma façon de concevoir le rapport entre sciences et société. Ce livre doit aussi beaucoup aux histoires populaires qui l'ont précédé, tout particulièrement *A People's History of England* de A.L. Morton et *Une histoire populaire des Etats-Unis* de Howard Zinn. (...) C'est à un autre ami proche, Jeff Mackler, dont j'ai fait la connaissance il y a plus d'une trentaine d'années quand nous militions tous deux dans les mouvements syndicaliste et pacifiste, que je dois d'avoir rencontré Sam Stoloff et Frances Goldin, ainsi que le très regretté Howard Zinn. Jeff est aujourd'hui, entre autres, un des grands animateurs nationaux de la campagne pour la défense de Mumia Abu-Jamal.

### 1 – Quelles sciences ? Quelle histoire ? Quel peuple ?

Selon le récit traditionnel de. Cette épopée, c'est à une poignée de grands hommes aux grandes idées, surplombant le commun des mortels, que devons l'intégralité des sciences. La légende de Pythagore est emblématique de cette tendance, visiblement partisane, qui consiste à attribuer toute production scientifique à des savants surhumains.

Ce que je présente ici est au contraire une histoire *populaire* des sciences. Elle se donne pour objectif de montrer comment les gens ordinaires ont contribué de façon fondamentale à l'édification du savoir scientifique. C'est non seulement une histoire *du* peuple, mais aussi une histoire *pour* le peuple.

La capacité de Newton à « voir plus loin » n'est pas tant la résultante du fait qu'il se soit, comme il le formulait, « juché sur les épaules de géants », que du fait qu'il se soit hissé sur le dos de milliers de petits artisans anonymes et illettrés (entre autres gens).

Si les sciences sont comprises dans le sens fondamental de connaissances de la nature, il ne faut pas s'étonner qu'elles trouvent leurs origines chez ceux qui en étaient les plus proches : les chasseurs-cueilleurs, les petits paysans, les marins, les mineurs, les forgerons, les guérisseurs et tant d'autres qui, de par leur condition, devaient assurer leur subsistance quotidienne au contact de la nature.

Les plantes et les animaux qui sont aujourd'hui à la base de notre alimentation ont presque tous été domestiqués par expérimentation (et, de fait, par une espèce de manipulation génétique) par des peuples antiques qui ne connaissaient pas l'écriture. (...) Ce sont des Amérindiens qui montrèrent aux Européens l'efficacité de l'écorce de quinquina contre le paludisme. Et c'est un esclave africain du nom d'Onésime qui introduisit la pratique de l'inoculation contre la variole en Amérique du Nord.

Jusqu'au 19<sup>e</sup> siècle, l'avancée des sciences médicales doit davantage à des illettrés (barbiers-chirurgiens, apothicaires et guérisseurs « non-officiels ») qu'aux savants médecins des universités, dont l'influence eut plutôt tendance à freiner les progrès médicaux. C'est par exemple un châtreur de porcs suisse dénommé Jacob Dufer qui réalisa la première césarienne attestée, aux alentours de 1500.

La cartographie et la connaissance géographique des Amériques et de l'Océan Pacifique sont issues des connaissances des peuples autochtones. (...) Ce sont des marins et des pêcheurs anonymes qui sont à l'origine des connaissances scientifiques sur les marées, les courants océaniques et les vents dominants : ainsi, quand Benjamin Franklin présenta la première carte du Gulf Stream, par exemple, il reconnut s'être entièrement appuyé sur ce que lui avaient appris de « simples » baleiniers.

Les mathématiques doivent leur existence, et une bonne partie de leur développement au cours des siècles, aux arpenteurs, aux marchands, aux comptables et aux mécaniciens. Enfin, la méthode empirique qui caractérise la Révolution scientifique des 16<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles, ainsi que la masse des données sur laquelle elle s'appuyait, provient des ateliers des artisans européens.

Mais la mémoire historique est depuis longtemps biaisée par les historiens de la bonne société, autant que par sa dépendance envers une documentation souvent rédigée par des gens proches du pouvoir. (...) J'ai pris le parti de « renverser la perspective » en traquant la parole des sans-voix, en fouillant les archives en quête de témoignages rarissimes. L'objectif de cette recherche minutieuse n'est pas de retracer quelques faits anecdotiques dans le développement des sciences, mais de montrer en quoi ces traces éparses en constituent un aspect fondamental, bien qu'occulté.

Sur les grands domaines terriens, ce n'étaient pas les propriétaires fortunés mais les modestes métayers qui avaient les mains dans la terre et le fumier, expérimentant la culture de nouvelles plantes et l'application de nouveaux procédés. Les nouvelles connaissances agronomiques, « comme toute innovation majeure, étaient le fruit d'une multitude de mains et de cerveaux » ((T.S. Ashton, *La Révolution industrielle*).

Au moins deux artisans ont parfois été traités à l'égal des grands hommes de la science : John Harrison, pour avoir résolu le problème scientifique le plus pressant de son époque – la mesure de la longitude en mer ; et Antoine Van Leeuwenhoek, le « père de la protozoologie et de la bactériologie ». (...) Mais en règle générale, malgré ces quelques exceptions, les noms de la plupart de ceux dont les contributions constituent l'objet de ce livre se sont perdus dans les limbes de l'histoire. De toute façon, le principal souci d'une histoire populaire est de retracer les grands accomplissements de professions entières et non de quelques individus.

Nous considérons simplement ici que les sciences sont tout à la fois *les connaissances que nous possédons sur la nature et les activités par lesquelles nous produisons ce savoir*. En ce qui concerne la production du savoir scientifique, cet ouvrage s'intéresse principalement aux méthodes *empiriques* plutôt que *théoriques*. Je soutiens que dans ses fondements, la connaissance scientifique doit bien plus à l'expérimentation et aux démarches empiriques par « tâtonnement » qu'à la réflexion abstraite. Comme l'expliquait très bien Benjamin Farrington : « Depuis la Grèce antique, les manuels d'histoire ont tendance, dans leur volonté de présenter leurs sujets au travers d'argumentations logiques bien ordonnées, à occulter tout le côté empirique du développement du savoir. Peut-être est-ce la meilleure

des méthodes d'exposition – mais c'est une erreur de prendre cela pour le récit fidèle de la genèse d'une théorie » (*Science in Antiquity*).

Les méthodes employées en biologie, anthropologie, écologie, psychologie ou sociologie n'ont pas grand-chose en commun avec les abstractions théoriques de la physique. Pourtant l'idéologie scientifique moderne a tendance à placer cette dernière sur un piédestal, comme science modèle que toutes les autres devraient s'efforcer d'imiter. (...) Dans le présent ouvrage, une importance égale sera donnée à tous les domaines de connaissance de la nature, et on ne distinguera pas frauduleusement sciences « dures » et « molles », sciences « exactes » et « inexactes ».

Pour paraphraser Goethe, au commencement des sciences n'était pas le *Verbe* mais l'*Action* – non pas la parole de théoriciens géniaux mais la créativité des gens ordinaires. (...) Avant les deux derniers siècles, on a plus souvent acquis de nouvelles connaissances sur la nature en se servant de ses mains que de sa tête, c'est-à-dire par une démarche empirique faite d'essais et d'erreurs plutôt que par l'application de théories. « Les sciences, déclarait l'archéologue V. Gordon Childe, trouvent leur origine dans les arts plastiques, avec lesquels elles se confondent initialement » (*Man Makes Himself*). L'anthropologue Claude Lévi-Strauss écartait l'idée que « les grands arts de la civilisation », comme la poterie, le tissage, la métallurgie, l'agriculture, et la domestication des animaux, soient apparus par « l'accumulation fortuite d'une série de trouvailles faites au hasard ». Ils nous apportent plutôt la preuve, disait-il, que « l'homme du Néolithique » était « l'héritier d'une longue tradition scientifique » (*La pensée sauvage*).

Ce n'est qu'avec la Seconde Guerre mondiale et le Projet Manhattan que la théorie commença véritablement à prendre une position d'antériorité dans l'innovation scientifique.

Opposer les « mathématiciens et astronomes » aux « habiles matelots » relève implicitement d'un autre préjugé élitiste : les activités mathématiques seraient le domaine exclusif de théoriciens enfermés dans leur tour d'ivoire. Mais c'est oublier les arpenteurs, les cartographes, les fabricants d'instruments, les navigateurs et les mécaniciens dont les activités furent, aux 15<sup>e</sup> et 16<sup>e</sup> siècles, à la pointe de l'innovation en matière de mathématiques pratiques.

D'une manière générale, l'antériorité historique des techniques sur les sciences théoriques constitue la thèse centrale du présent ouvrage : *les artisans ne fournirent pas seulement le gros des connaissances empiriques qui furent la matière première de la Révolution scientifique, mais la méthode empirique elle-même*. Auparavant, les sciences s'appuyaient presque totalement sur l'autorité des auteurs classiques, au premier rang desquels Aristote. Dans les universités et autres bastions de l'élite, on étudiait les questions relatives à la nature en cherchant des réponses dans les livres ou, dans les rares cas où les auteurs classiques étaient pris en défaut, par des raisonnements abstraits *a priori* et non par l'observation directe de la nature. La pratique expérimentale, si caractéristique des sciences modernes, est née dans les ateliers des artisans, comme on le montre au cinquième chapitre.

Ceux qui faisaient réellement les découvertes étaient des artisans, des gens qui travaillaient autant avec leurs mains qu'avec leur tête et dont la motivation première n'était pas la curiosité mais la nécessité matérielle : il leur fallait gagner leur vie. Pour résumer les choses, les sciences modernes naquirent quand les gentilshommes commencèrent s'approprier le savoir des artisans pour le systématiser. Cette question est développée de façon plus complète dans le cinquième chapitre.

Les marins et les pêcheurs nous (...) offrent (...) un bon exemple. Leur connaissance précise du lien entre la position de la Lune et les marées, qu'ils notaient dans des tableaux, leur avait permis de rentrer au port en toute sécurité pendant des siècles avant que Galilée ne vienne affirmer à tort que les marées n'étaient pas dues à la Lune mais à la rotation terrestre.

## 2 – La préhistoire : les chasseurs-cueilleurs étaient-ils stupides ?

Contrairement aux autres espèces, les premiers humains ne survécurent pas en s'adaptant à un nombre limité de niches écologiques, mais en se répandant à travers le monde, et en transformant leur environnement en fonction de leurs besoins partout où ils allaient. On peut raisonnablement penser qu'ils n'y parvinrent que grâce à la capacité spécifiquement humaine d'acquérir et de mettre en œuvre une immense masse de connaissances sur la nature.

La période en question précède en grande partie l'émergence de la division en classes sociales dominantes et dominées. En d'autres termes, tout savoir que l'on peut considérer avoir existé à cette époque était *par définition* un savoir populaire.

Marshall Sahlins (...) : les chasseurs-cueilleurs de l'âge de pierre formaient, selon lui, « la première société d'abondance ». Sahlins soutenait que les chasseurs-cueilleurs n'avaient généralement besoin de travailler que peu d'heures par jour pour satisfaire leurs besoins matériels, ce qui leur laissait beaucoup de loisirs et permettait une existence relativement tranquille.

S'ils n'avaient pas « progressé », ce n'était pas parce qu'ils étaient trop occupés ou trop bêtes, mais parce que ce qui apparaît rétrospectivement comme un progrès était tout bonnement sans attrait pour eux. Si les penseurs modernes ont considéré le passage à l'agriculture comme une libération, il se pourrait bien que les chasseurs-cueilleurs l'aient quant à eux perçu comme la fin du paradis terrestre. Ils avaient auparavant pu se contenter de collecter leur nourriture au fil de jours paisibles, tandis que les contraintes de l'agriculture allaient les condamner à un labeur pénible de l'aube au crépuscule. Voilà un changement auquel ils ne pouvaient se résoudre qu'en dernier recours, contraints par une pression démographique inexorable à tirer leur subsistance de territoires toujours plus réduits.

Si les femmes étaient les principales collectrices de plantes et de petits animaux, alors une grande partie des connaissances des chasseurs-cueilleurs sur la nature doit leur être attribuée, en particulier leur grande familiarité avec les propriétés de certaines plantes indispensables à la survie humaine.

Stephen Jay Gould se demandait pourquoi « l'idée de la primauté du cerveau (s'était) si solidement enracinée » dans les sciences en Occident. C'est dans un essai de Friedrich Engels, écrit en 19876, mais publié après sa mort, vingt ans plus tard, que se trouve la réponse. Dans le *Rôle du travail dans la transformation du singe en homme*, celui-ci soutenait que « le pas décisif » avait été le moment où les grands singes avaient cessé d'utiliser leurs bras pour marcher et commencé à adopter « une démarche de plus en plus verticale », libérant leurs mains pour l'usage d'outils, c'est-à-dire pour le *travail*. « Ce n'est que grâce à lui, grâce à l'adaptation à des opérations toujours nouvelles, écrivait Engels, que la main de l'homme a atteint ce haut degré de perfection où elle peut faire surgir le miracle des tableaux de Raphaël, des statues de Thorvaldsen, de la musique de Paganini. »

La théorie d'Engels affirmait que c'était le développement de la main au cours d'activités laborieuses qui avait permis aux premiers humains d'acquérir leur intelligence, c'est-à-dire d'augmenter la taille de leur cerveau. (...) Si Engels put être si perspicace, c'est qu'il n'était pas victime du biais idéologique donnant plus de valeur aux activités intellectuelles qu'au travail manuel. Gould notait que les savants avaient traditionnellement eu tendance à mépriser les travailleurs. Pour eux, « la primauté du cerveau semblait si évidente et si naturelle qu'on la tenait pour acquise, sans se douter qu'elle reflétait un préjugé social profondément ancré, lié à la position des penseurs professionnels et de leurs protecteurs » (Gould, *La posture fait l'homme*).

Les techniques paléolithiques et néolithiques n'auraient pas pu exister sans l'acquisition préalable d'un « imposant corpus de connaissances scientifiques – topographiques, géologiques, astronomiques, chimiques, zoologiques et botaniques – provenant de savoirs pratiques traditionnels, ayant trait à l'agriculture, la mécanique, la métallurgie et l'architecture, et de croyances magiques qui pouvaient aussi renfermer des vérités scientifiques » (V. Gordon Childe, *Man Make Himself*).

Les Aborigènes sont parfois considérés comme dénués de pensée scientifique, écrit Worsley. Pourtant leur survie même demande qu'ils observent attentivement les plantes et les animaux, qu'ils tirent des conclusions exactes sur le monde les environnant et arrivent à comprendre les relations de causalité » (*Knowledges*). (...) Les Aborigènes qu'il a étudiés « reconnaissent et nomment pas moins de 643 espèces différentes », ce qui constitue presque le double du nombre d'espèces comestibles qu'ils distinguent, et contredit « l'idée courante selon laquelle leurs connaissances se limitent seulement à l'utilitaire ». Worsley souligne que « ce n'est pas tant la *somme* de connaissances que les Aborigènes possèdent qui est impressionnante que le fait que (...) tout -est classifié dans une taxinomie, avec comme division de base la distinction entre plantes (*amarda*) et animaux (*akwalya*), ces catégories se subdivisant ensuite en sous-groupes ».

Chez Aborigènes, il n'existe pas de classe d'intellectuels professionnels exerçant leur activité à plein temps, ce qui signifie que la conservation de l'ensemble des connaissances d'un groupe culturel est une responsabilité incombant plus ou moins à tous ceux et celles qui en font partie. (...) « Dans la société aborigène, l'expérience des aïeux a été affinée, mûrie, codifiée et transmise de génération en génération par ces intellectuels "populaires" intermittents, dans le cadre d'une culture orale (jusque récemment) où la connaissance n'est

pas emmagasinée dans des livres et des bibliothèques, aisément accessibles pour l'étude » (*Knowledges*).

Des anthropologues étudiant le peuple San du désert du Kalahari, les fameux Bochimans, ont montré qu'ils sont non seulement capables de reconnaître et classer des centaines d'espèces végétales et animales mais, surtout, qu'ils ont une connaissance approfondie du comportement des animaux. Chasser ne se limite pas à repérer un animal et le tuer : la plupart du temps, la proie s'enfuit et il faut suivre sa piste. Pour cela il faut bien connaître ses habitudes et savoir interpréter ses traces. (...) Ajoutons que les plus subtils de ces indices leurs suffisent pour déterminer le sexe d'un animal, son âge approximatif et le moment de son passage. D'après l'historien Carlo Ginzburg, il pourrait s'agir de « l'acte le plus ancien de l'histoire intellectuelle de l'humanité : le chasseur s'accroupissant pour examiner les traces de son gibier » (*Mythes, traces, emblèmes*). (...) « L'homme est le seul mammifère chasseur dont l'odorat est si rudimentaire qu'il n'a pu devenir un bon chasseur que par une évolution intellectuelle (Nicolas Blurton-Jones et Melvin J. Konner, *!Kung Knowledge of Animal Behavior*).

Non moins impressionnante est l'étendue des connaissances de la mer et des étoiles que possédaient ceux qui vinrent peupler les îles du Pacifique, il y a de cela des milliers d'années. (...) L'océan Pacifique est la plus grande étendue d'eau sur Terre. On apprend aux écoliers du monde entier à révéler le nom de Magellan pour l'avoir découvert et exploré pour la première fois. (...) Pas de quoi impressionner les habitants des îles du Pacifique : leurs ancêtres naviguaient sur cet océan depuis déjà des milliers d'années. Pour eux, aller et venir sur cette vaste étendue était depuis longtemps une chose banale.

Un millier d'années avant l'arrivée de Magellan sur cet océan, les indigènes austronésiens étaient parvenus à coloniser pratiquement toutes les îles habitables éparpillées dans les immenses étendues de Mélanésie, de Micronésie et de Polynésie – un exploit qui implique l'existence préalable d'un système de navigation hautement sophistiqué, reposant sur des connaissances astronomiques, géographiques et océaniques étendues.

En 1769, Joseph Banks, un naturaliste accompagnant le capitaine Cook, exprimait son étonnement que les indigènes tahitiens connaissent « une très grande partie (des étoiles) par leur nom. Et les plus intelligents d'entre eux peuvent dire dans quelle partie des cieux on peut les voir en tel ou tel mois quand elles sont au-dessus de l'horizon. Ils reconnaissent aussi le moment de leur apparition annuelle et de leur disparition avec une grande précision, bien plus que ne pourrait aisément l'admettre un astronome européen » (J.C. Beaglehole, *The Endeavour Journal of Joseph Banks 1768-1771*, vol1).

L'Espagnol Andia Y Varela donna une description plus détaillée des techniques d'orientation des Tahitiens : « Quand la nuit est claire ils s'orientent grâce aux étoiles. (...) Grâce à elles, non seulement ils repèrent le relèvement de nombreuses îles avec lesquelles ils sont en contact, mais également les ports qui s'y trouvent, si bien qu'ils filent droit vers leur embouchure en restant dans le rhumb d'une étoile donnée qui s'y lève ou s'y couche ; et ils arrivent à destination aussi précisément que le plus expérimenté des navigateurs des

nations civilisées » (Bolton Glanvill Corney, *The Quest and Occupation of Tahiti by Emissaries of Spain during the Years 1772-1776*, vol2).

L'appropriation des connaissances géographiques et marines des indigènes se pratiqua aussi, plus brutalement, par l'enlèvement fréquent de navigateurs locaux, forcés à servir comme pilotes. Cette pratique inaugurée par Christophe Colomb dans l'Atlantique et par Magellan dans le Pacifique devint la manière générale de procéder habituelle des « explorateurs ».

Les savoirs nautiques récemment recueillis par les anthropologues, aussi impressionnants soient-ils, doivent être considérés comme des vestiges : un pâle reflet des connaissances que possédaient les pionniers de l'expansion micronésienne. (...) Les pirogues de voyage des Polynésiens et des Micronésiens, qui faisaient généralement quinze à vingt mètres de long, étaient conçues pour naviguer en haute mer et sur de longues distances. Des éléments linguistiques indiquent clairement que les plus anciennes de ces embarcations étaient propulsées à la voile plutôt qu'à la rame.

Pour naviguer en pleine mer, il faut mettre le cap sur une destination spécifique et le garder, c'est-à-dire avancer constamment dans cette direction. Ainsi, un navigateur équipé d'un compas magnétique, sachant que sa destination se trouve au nord-nord-est, doit simplement maintenir ce cap jusqu'à ce que la terre soit en vue. Ne disposant pas de compas magnétique, les habitants des îles du Pacifique avaient mis au point une technique tout aussi précise, reposant sur connaissance parfaite des positions des étoiles, que les anthropologues ont appelée « compas stellaire ». (...) Le compas stellaire des Polynésiens, comme le compas magnétique des Européens, est divisé en 32 segments. (...) Les deux systèmes ont très certainement commencé avec les quatre points cardinaux, Nord, Sud, Est, Ouest, avant de subdiviser les quadrants pour gagner en précision. Avec une première subdivision, on obtient huit directions, avec la suivante seize, et avec celle d'après 32.

Le ciel nocturne est empli d'étoiles dont les positions les unes par rapport aux autres ne varient jamais d'une nuit sur l'autre. La rotation de la Terre fait que les étoiles semblent se déplacer en arc de cercle d'est en ouest, dans un mouvement parfaitement régulier. Les navigateurs primitifs avaient qu'une étoile qui se lève en un certain point de l'horizon à l'est se lèvera exactement au même point nuit après nuit, et se couchera avec une régularité tout aussi certaine en un point spécifique à l'ouest. (...) Comme les points de l'horizon où se lèvent et se couchent les étoiles varient selon la latitude de l'observateur, les navigateurs anciens devaient tenir compte de leur position au nord ou au sud, et ajuster leurs calculs de navigation stellaire en fonction de celle-ci.

Aure grosse complication : une étoile se lève chaque jour quatre minutes plus tôt que la veille. Les étoiles se levant en un point donné du compas stellaire forment un cycle au cours duquel elles se suivent en une *séquence* toujours identique, la première étoile visible après le coucher du soleil changeant au fil des semaines et des mois. Un cycle complet couvre 24 heures. Comme une même étoile peut servir de repère à son lever, à l'est, et à son coucher, à l'ouest, le nombre total d'étoiles nécessaires pour constituer un compas stellaire est seulement de l'ordre de 30 à 40. Il est néanmoins évident que c'est un système très sophistiqué nécessitant de connaître la position de centaines d'étoiles. Pour un esprit



moderne, cela ne semble possible qu'en dressant par écrit la liste des séquences d'étoiles de chacun des 32 points du compas, afin d'avoir un document de référence. Les navigateurs polynésiens ne disposaient pas de telles aides et devaient retenir de mémoire l'ensemble des positions stellaires.

De nombreux navigateurs auprès desquels ont étudié les anthropologues avaient appris par cœur les routes stellaires précises jusqu'à des îles lointaines qu'ils n'iraient probablement jamais visiter et qui n'avaient pas été visitées depuis des générations. Autrement dit, bien que ni eux, ni leurs parents, ni même leurs grands-parents, n'eussent jamais fait, ; par exemple, le voyage de Tahiti à Hawaï, la connaissance de la route à suivre avec le compas stellaire continuait de faire partie des savoirs transmis de génération en génération. (...) Les maîtres navigateurs avaient intégré les séquences stellaires dans des chants afin de les ancrer solidement dans la mémoire des apprentis.

Savoir s'orienter n'est qu'un aspect de la navigation : il est tout aussi important de connaître sa position en mer. Les marins ont besoin de savoir aussi précisément que possible la distance qu'ils ont parcourue et celle qu'il leur reste à faire. (...) Les habitants des îles du Pacifique avaient (...) recours (...) à ce que les anthropologues appellent le système de l'*etak*, qui utilisait aussi le compas stellaire. Les navigateurs se représentaient un axe entre leur île de départ et celle de destination, ainsi qu'une troisième île située sur le travers de leur trajectoire, appelée île d'*etak*, qui servait de point de référence. N'ayant aucune sorte de carte, ils pouvaient seulement s'imaginer cette île de référence, toujours derrière l'horizon. En se représentant mentalement l'alignement de leur pirogue et de l'île de référence par rapport au compas stellaire, les navigateurs pouvaient estimer la distance qu'ils avaient parcourue et la distance qu'il leur restait à parcourir avant d'arriver à destination.

De jour, ils pouvaient s'orienter en fonction de la position du soleil, mais uniquement après le lever, avant le coucher, ou en plein midi. (...) S'orienter en observant et analysant la houle était une technique totalement étrangère à la navigation occidentale, mais dont les habitants des îles du Pacifique avaient fait un grand art. (...) Comme les vents du Pacifique sont réguliers et prévisibles, les trains de houle qu'ils créent le sont tout autant, et ce sur de vastes zones de haute mer. Un navigateur expérimenté peut repérer la direction. D'où vient la houle à la façon dont la pirogue tangue et roule, et ainsi fixer son cap d'après le sens de l'ondulation. (...) Il est fréquent que trois ou quatre houles différentes agissent simultanément. Le navigateur doit analyser les tangages et roulis subtils de l'embarcation et les décomposer en plusieurs mouvements.

« Là où deux ou trois trains de houle s'entrecroisent, le navigateur va gouverner en fonction de ce qu'on appelle des "nœuds", c'est-à-dire les pointes que font les houles en se rencontrant, comme le font les sillages de deux bateaux à moteur qui se croisent » (Thomas, *Las Navigator*). Quand les indications visuelles ne sont plus d'aucune utilité, le navigateur peut s'allonger sur le dos sur le pont de la pirogue, en fermant les yeux, et décomposer les mouvements de la houle à partir de ce qu'il sent. (...) Quand un navigateur commence à remarquer des mouvements caractéristiques de réflexion ou de réfraction de la houle, cela indique la proximité d'une terre.

Ce qui différenciail les techniques de navigation entre les îles du Pacifique de celles mises au point dans d'autres parties du monde ancien était que les lieux de destination étaient de tout petits bouts de terre entourés d'immensités océaniques. (...) Un autre indice de la présence d'une île au-delà de l'horizon était le mouvement et la forme caractéristiques des nuages au-dessus de celle-ci.

Mais plus que tout, c'est la connaissance des mœurs des oiseaux qui pouvait donner des informations utiles. (...) Comme chaque espèce a une aire de vol caractéristique, l'identification des oiseaux permet d'avoir une idée de la distance maximum à laquelle se trouve une terre. Mais surtout, cela permet de repérer par où elle se trouve. Juste après le lever du soleil, quand ils volent vers leurs lieux de pêche, et juste avant son coucher, quand ils retournent vers la terre, « la trajectoire de leur vol indique la direction de la terre » (Lewis, *We the Navigators*).

Si les manuels d'histoire américains attribuent à Henry Rowe Schoolcraft la découverte en 1832 de la source du fleuve Mississippi, celui-ci « ne "découvrit" la source du Mississippi que grâce à un chef ojibwé (Ozawindib) qui le guida, lui et sa petite expédition, jusqu'à son emplacement » (J. McIver Weatherford, *Native Roots*). (...) On trouve tout de même une Amérindienne dont la contribution à l'exploration du continent nord-américain a été reconnue à titre posthume : Sacajawea. Cette indienne shoshone guida Lewis et Clark lors de leur expédition historique ; son portrait figure sur les pièces d'un dollar américain.

Un récit rédigé en 1709 par un voyageur ayant visité des parties encore non cartographiées de Caroline-du-Nord décrit l'aide que lui apportèrent les autochtones : « Ils peuvent dessiner des cartes très précises de toutes les rivières, villes, montagnes et routes, ou toutes autres choses sur lesquelles vous pourriez les interroger. (...) Par la suite j'ai eu l'occasion d'en reconnaître la très grande exactitude » (John Lawson, *A New Voyage to Carolina*).

Si une partie des connaissances géographiques acquises par les Européens leur furent fournies de plein gré, cela ne fut pas toujours le cas. Lors de son quatrième voyage au Nouveau Monde, en 1502, Colomb inaugura une pratique qui allait faire école en capturant des Amérindiens pour les forcer à servir de guide : « Il trouva un vieil homme parmi les Indiens, qu'il garda comme guide, car le sauvage pouvait dessiner une sorte de carte de la côte » (Justin Winsor, Christopher Columbus). En 1534, Jacques Cartier enleva deux Indiens nommés Taïnoagny et Domagaya, les emmena en France où ils apprirent à parler français, puis ils les ramena avec lui pour qu'ils le guident sur le Saint-Laurent. « Dans d'autres cas encore, les Indiens furent enlevés et ramenés en Angleterre pour être questionnés de façon approfondie sur leurs connaissances géographiques » (J.B. Harley, *New England Cartography and the Native Americans*).

Les connaissances géographiques des Amérindiens servirent à les déposséder de leurs terres ancestrales.

Il est évident que les chasseurs-cueilleurs connaissaient déjà les principes fondamentaux de l'astronomie qui furent par la suite intégrés à l'architecture monumentale des alignements solsticiaux et équinoxiaux. (...) Les chasseurs-cueilleurs scrutaient le ciel

« pour se repérer dans le temps et l'espace ». « Le ciel nocturne leur donna une conscience aigüe (dont nous, leurs descendants, avons hérité) des cycles temporels, de l'ordre et de la symétrie, de la prévisibilité de la nature » (E.C. Krupp, *Echoes of the Ancient Skies*).

Le cycle astronomique le plus facile à repérer est celui du lever et du coucher quotidien du Soleil, mais le repérage de son parcours à l'aide d'un gnomon (une tige verticale projetant une ombre) révèle bien plus que l'avancée du jour : « (...) L'angle de l'ombre indiquait au berger aussi bien qu'au prêtre où en était l'avancée du jour, tandis que sa longueur indiquait le passage des saisons » (Lloyd A. Brown, *Story of Maps*).

Des architectures anciennes à vocation astronomique, telles que la Grande Pyramide ou le temple maya de Chichen Itza, peuvent-elles être considérées comme l'expression de savoirs populaires ? Certainement pas : elles représentent au contraire les plus anciens exemples d'accaparement des connaissances de la nature par des élites sociales et ont pour corollaire la formation des premières élites scientifiques. Pour commencer, les dirigeants des premières sociétés de classes recoururent à l'esclavage et à d'autres formes de travail forcé pour la construction de ces architectures monumentales. Et une fois le travail terminé, ces structures leur servirent à monopoliser les savoirs astronomiques. Ces dirigeants « consolidèrent le pouvoir de l'Etat avec l'assistance d'une bureaucratie astronomique » composée de « spécialistes de la connaissance ésotérique des cieux » aux besoins desquels ils subvenaient. L'astronomie devint ainsi « la prérogative d'experts qualifiés »

Quand une société « devient suffisamment complexe pour qu'un roi soit installé et le pouvoir centralisé à l'échelle d'une région, (...) il faut donner une explication et une justification au pouvoir dont est investi le monarque (...) et c'est là qu'intervient l'idéologie pour légitimer le pouvoir politique » (Krupp, *Skywatchers, Shamans & Kings*). (...) Malgré tout, les spécialistes prébendés ne firent que prolonger et raffiner des savoirs hérités originellement de ceux qui avaient observé le ciel durant les millénaires précédents.

Denise Schmandt-Besserat (...) a démontré que des peuples sans écriture, pour garder une trace des biens produits et échangés, avaient créé un système de comptabilité symbolisant les produits par des jetons d'argile, les *calculi*. Au fil de milliers d'années, des symboles gagnèrent peu à peu en abstraction jusqu'à devenir des signes en forme de clous sur des tablettes d'argile, dans lesquels on peut reconnaître une écriture. (...) Le rattachement des calculi simples aux premiers cultivateurs et des calculi complexes aux premiers artisans, ajouté au fait que le système de comptabilité à l'aide de calculi et d'enveloppes servait invariablement à représenter des transactions modestes, témoignent plutôt du statut social relativement humble des inventeurs de l'écriture.

Les comptables conçurent des signes numériques distincts de ceux représentant les marchandises, grâce auxquels on pouvait représenter (...) huit mesures en faisant précéder un seul symbole de grain d'un signe dénotant le chiffre 8. (...) On peut raisonnablement penser que cette innovation, qui permettait de gagner du temps, fut l'invention de scribes plébéiens dont elle allégera le labeur.

L'introduction du système positionnel et du chiffre 0 pour remplir les emplacements « vides » - un événement crucial dans l'histoire des mathématiques - a une importance

particulière pour l'histoire populaire, et ce pour trois raisons. Tout d'abord, elle « démocratisa » les mathématiques en rendant le calcul accessible et utile à toutes les couches de la société, et notamment aux marchands, aux marins et aux artisans. Ensuite, il ne s'agit pas de l'œuvre de brillantes élites mathématiciennes d'Athènes ou d'Alexandrie mais du fruit des activités de gens anonymes, peut-être de simples comptables, qui vécurent en Inde entre le 3<sup>e</sup> et le 5<sup>e</sup> siècle de l'ère chrétienne

Enfin, cette innovation révolutionnaire ne se diffusa pas par le biais de revues de mathématiques ou d'autres organes de diffusion du discours savant, mais par celui de marchands qui exerçaient leur métier le long des routes commerciales reliant l'Inde au reste du monde. Au 10<sup>e</sup> siècle de l'ère chrétienne, cette nouvelle méthode améliorant le calcul fut adoptée par les commerçants arabes, qui à leur tour l'introduisirent en Europe au début du 13<sup>e</sup> siècle.

Mais ce n'est pas tout. Non seulement les mathématiciens de l'élite ne furent pas à l'origine de cette innovation décisive, mais beaucoup d'entre eux, y voyant une menace pour leur statut de gardiens des arcanes, s'y opposèrent et retardèrent son acceptation en Europe de plusieurs siècles : « La lutte entre les *abacistes*, défenseurs des anciennes traditions, et les *algoristes*, partisans de la réforme, dura du 11<sup>e</sup> siècle au 15<sup>e</sup> siècle et passa par tous les échelons coutumiers de l'obscurantisme et du traditionalisme » (Dantzig, *Le Nombre*). (...) Comme le fait observer Georges Ifrah, les noms « des inventeurs eux-mêmes nous sont perdus sans doute à jamais. (...) Peut-être encore parce que ces inventions géniales qui ont été le fait d'hommes relativement humbles qui n'eurent pas à l'époque le droit à la chronique » (Ifrah, *Histoire universelle des chiffres*, t.1).

Il est bien plus rapide et facile d'apprendre à écrire avec un alphabet de quelques dizaines de lettres, ce qui ouvre la possibilité d'une alphabétisation de masse. Cette innovation capitale ne vint pas non plus du haut de la pyramide sociale, mais bien du bas. Les plus anciens écrits alphabétiques que l'on trouve dans les vestiges archéologiques (v.- 1800) transcrivent une langue sémitique mais sont composés d'éléments – les premières « lettres » - dérivés de hiéroglyphes égyptiens. Comme ces premiers documents ont été retrouvés dans des mines de la péninsule du Sinaï, on peut supposer que les créateurs du premier alphabet étaient des esclaves sémites qui « avaient commencé à adapter un petit groupe de signes hiéroglyphiques égyptiens pour représenter les sons d'une langue totalement différente de celle de leurs maîtres et surveillants » (Lancelot Hogben, *Astronomer Priest and Ancient Mariner*). (...) Si l'écriture fit son apparition indépendamment en divers endroits, l'écriture *alphabétique* ne fut inventée qu'une seule fois. Tous les alphabets existants aujourd'hui dans le monde dérivent de ces premiers écrits sémitiques retrouvés dans des mines égyptiennes.

Prenons (...) la peine de nous pencher, autant que possible, sur deux grands groupes de savoirs du néolithique : les sciences des matériaux (dont la céramique et la métallurgie) et les sciences agronomiques (la domestication des plantes et des animaux).

Des traces indiquant que des hominidés maîtrisaient déjà le feu il y a au moins un million d'années laissent supposer que leurs expérimentations purent consister entre autres à tester la transformation des matières sous l'effet de la chaleur, par exemple en les cuisant.

Le moment où cela se fit pour la première fois ne peut qu'être matière à conjectures. Des petites lampes de pierre utilisant probablement de la graisse animale comme combustible témoignent toutefois qu'aux alentours de -15000 les humains commençaient à avoir une connaissance empirique des processus chimiques induits par le feu.

« Comme pour tant d'inventions, écrivait un historien des techniques, il semble douteux que nous soyons un jour capables de retracer les étapes de l'apparition de la poterie. Il est probable qu'elle ait commencé par une longue période d'expérimentation avec des pots d'argile crue » (Henry Hodges, *Technology in the Ancient World*).

Il est à peu près certain que l'on doit la découverte capitale des propriétés de la terre cuite à des femmes, qui furent donc les premières céramistes. La seconde chose que l'on peut déduire, c'est qu'il est peu probable qu'il s'agisse du fruit du « génie solitaire » d'une seule femme, mais plutôt de l'œuvre commune de groupes de femmes : « Les traditions artisanales ne sont pas individuelles mais collectives. L'expérience et les avis de tous les membres de la communauté sont partagés en permanence » (Childe, *Man Makes Himself*). (...) Le tissage étant comme la poterie une occupation domestique, on en doit probablement l'invention, là aussi, à des groupes de femmes.

Les fabricants d'outils du Paléolithique, en testant divers types de roches, furent certainement attirés par les plus colorées d'entre elles, celles qui contiennent du minerai de métal. Les couleurs des célèbres peintures rupestres de Lascaux et d'Altamira sont d'ailleurs composées de colorants utilisant des minerais métalliques. Mais extraire le métal du minerai est autrement plus compliqué.

La fonderie nécessitant, entre autres, de faire monter un minerai métallique à une température élevée, une hypothèse évidente était que tout avait commencé le jour où quelqu'un avait fait tomber par inadvertance un morceau de cuivre dans un feu et avait vu le résultat. Cette hypothèse du feu de camp n'est cependant pas très convaincante, car les feux de bois ou de charbon de bois en plein air dépassent rarement une température de 700°C, alors que la fusion du cuivre nécessite d'atteindre 1084°C (son point de fusion). De plus, se contenter de chauffer la malachite jusqu'à 1084°C ne permet pas d'obtenir du cuivre métallique : il faut le chauffer pendant des heures dans une « atmosphère réductrice » (pauvre en oxygène mais riche en carbone), ce que ne permet pas un feu de plein air.

L'hypothèse du four à poterie est plus convaincante : elle suppose que la métallurgie commença quand des potiers utilisant de la malachite pour colorer leurs céramiques remarquèrent la présence de petits morceaux de cuivre fondu au fond de leur four, ce qui les incita à mener des expériences délibérées. (...) Le minerai de cuivre contient habituellement de petites quantités d'autres métaux, comme du plomb, de l'argent et du fer. Au cours de leurs tâtonnements, les fondeurs s'aperçurent qu'en variant les proportions de ces « impuretés », ils pouvaient modifier les propriétés des métaux : les rendre plus durs ou plus tendres, plus ou moins malléables, etc. Leur trouvaille la plus capitale fut qu'en combinant 88% de cuivre et 12% d'étain on pouvait produire un alliage, le bronze, à la fois beaucoup plus durable et plus facile à travailler que le cuivre pur.

Cette découverte (v.- 3000, quelque part au Moyen-Orient) marqua le début d'une période de profonde révolution technique, rétrospectivement baptisées âge du bronze. Le fait que le minerai de cuivre ne contienne que rarement de l'étain laisse supposer que la découverte du bronze fut le fruit d'expérimentations délibérées plutôt que d'un heureux hasard. Comme le cuivre et l'étain ne coexistent quasiment jamais dans la nature, on peut sans trop de risques supposer que les métallurgistes anonymes qui essayèrent de les allier pour la première fois le firent intentionnellement pour tester une hypothèse.

Les archéologues ont (...) trouvé des traces indiquant que les techniques du cuivre et du bronze ont (...) émergé de façon indépendante en plusieurs endroits : dans les Balkans, en Chine, en Inde, au Nigeria, au Pérou, et, de manière plus surprenante, en Asie du Sud-Est. (...) Les défenseurs du modèle diffusionniste de transmission des techniques ont souvent tendance à sous-estimer la créativité collective des gens ordinaires.

Il semblerait que l'âge du bronze soit en fait arrivé à son terme du fait de troubles politiques généralisés qui coupèrent soudainement les voies d'approvisionnement en étain, indispensable à la production du bronze. (...) Quand les métallurgistes ne pouvaient pas avoir de bronze, ils devaient se débrouiller avec du fer, ce qui les incita certainement à expérimenter pour améliorer sa qualité.

Selon les témoignages antiques, ces innovateurs étaient des Hittites, un peuple occupant ce qui est aujourd'hui le Sud de la Turquie et le Nord de la Syrie. (...) Ils constatèrent empiriquement que certaines méthodes de chauffage de la loupe de fer dans un fourneau à charbon produisaient du fer de meilleure qualité : ils avaient en fait transformé une partie de leur fer en alliage de fer et de carbone, ce que nous appelons aujourd'hui de l'acier. Deuxièmement, ils découvrirent que la qualité de ce fer pouvait être améliorée encore en le sortant directement du feu pour le tremper dans de l'eau froide. Et troisièmement, ils s'aperçurent que si après cette trempe ils le chauffaient de nouveau brièvement avant de le laisser refroidir – un procédé appelé *revenu* – il serait moins cassant.

Toutes les avancées ultérieures des sciences des matériaux reposent sur cette base. Il paraît évident que l'alchimie, puis la chimie, prennent leurs racines dans le travail des premiers métallurgistes.

L'innovation la plus révolutionnaire, celle qui ouvrit la voie à toutes les autres, fut la domestication des plantes et des animaux. La systématisation de la production alimentaire généra des surplus qui constituèrent la base économique nécessaire à la spécialisation des métiers, permettant l'apparition de nouvelles techniques ainsi que de nouveaux savoirs associés. Ces surplus permirent également l'émergence d'élites sociales et scientifiques.

Malgré tous les produits étiquetés « naturels » dont regorgent aujourd'hui les supermarchés, nous ne mangeons quasiment aucun aliment qui ne le soit vraiment. Les variétés domestiquées sont des créations humaines qui n'existent pas indépendamment de nous, qui ont été « génétiquement manipulées » afin de ne pouvoir se propager par elles-mêmes. Un épi de maïs domestique est un produit *artificiel* : « (Ce) maïs ne peut survivre que si l'homme retire ses grains de l'épi pour les planter » (George W. Beadle, *The Ancestry of Corn*).

Tout commença quand des chasseurs-cueilleurs se mirent à entretenir les plantes sauvages environnantes, ce qui fut la première étape de leur domestication. (...) « Ces populations sont de véritables encyclopédies d'histoire naturelle, dit Jared Diamond, (et) possèdent des noms (dans la langue indigène) pour un millier ou plus (espèces animales ou végétales et une connaissance détaillée des caractéristiques biologiques de ces espèces, de leur répartition et de leurs usages possibles » (Diamond, *De l'inégalité parmi les sociétés*).

D'après les vestiges archéologiques, la domestication des plantes se produisit pour la première fois au Moyen-Orient, il y a quelque 10 000 ans, et fut suivie à peu près un millier d'années plus tard par celle des animaux (à l'exception du chien, qui constitue un cas particulier). Mais des processus similaires eurent lieu indépendamment en Chine, aux Amériques et en Afrique sub-saharienne – au moins à sept endroits différents. Les régions montagneuses de Nouvelle-Guinée se sont récemment ajoutées à cette liste, depuis qu'on y a trouvé des traces indiquant la présence d'une civilisation agricole il y a plus de 10 000 ans.

Mais des plantes n'auraient jamais pu perdre d'elles-mêmes leur capacité à survivre à l'état sauvage, cela nécessita forcément une sélection *artificielle* : « Quand les humains prirent le contrôle du cycle reproductif des populations de certaines espèces en récoltant leurs semences, en les stockant et en les plantant dans des espaces préparés à cet effet, ils les mirent de fait dans un monde parallèle et séparé » (Smith, *Emergence of Agriculture*).

La domestication des animaux fut dès le départ un processus davantage réfléchi. Les humains étaient entourés d'espèces végétales sauvages et se trouvèrent « pris sans le vouloir dans des relations à long terme avec elles (...) mais les mammifères sauvages ne tolèrent pas la présence des humains. Il faut une action humaine délibérée et intentionnelle (comme capturer un petit et l'élever en captivité) pour modifier le comportement d'évitement habituel des animaux sauvages adultes » (Patty Jo Watson, *Explaining the Transition to Agriculture*). Si les humains s'étaient jusque-là surtout préoccupés de tuer des animaux, la domestication leur demanda au contraire de les garder en vie. Cela généra « de nouveaux types de savoir-faire complexes (...) comme savoir entretenir, gérer et reconstituer des populations animales » (Smith, *Emergence of Agriculture*).

« Le fait même qu'on ne soit pas parvenu à domestiquer une seule grande plante alimentaire dans les temps modernes laisse à penser que les Anciens ont réellement pu explorer la quasi-totalité des plantes sauvages utiles et domestiquer toutes celles qui valaient la peine de l'être » (Diamond, *De l'inégalité parmi les sociétés*).

Les méthodes de manipulation génétique des Amérindiens étaient fort différentes de celles pratiquées au Moyen-Orient et ailleurs durant la préhistoire : « (...) Les Indiens d'Amérique savaient que pour planter du maïs il fallait déposer délicatement les graines dans le sol. Au lieu de simplement prendre une poignée au hasard dans un sac pour la semer, ils choisissaient chaque grain devant être planté. Cette façon de sélectionner les semences leur permit de créer des centaines de variétés de chaque plante qu'ils cultivaient. (...) Cette diversité se développa grâce à la profonde connaissance pratique que les cultivateurs indiens avaient de la génétique. Pour faire pousser du maïs, ils devaient féconder chaque plant en déposant du pollen de maïs sur ses soies. Ils savaient qu'en

prenant le pollen d'une variété de maïs pour féconder les soies d'une autre variété, ils créaient un maïs ayant les caractéristiques combinées des deux plants parents.

« Sans l'immense diversité que les premiers cultivateurs indiens créèrent par des méthodes empiriques, conclut Weatherford, il aurait manqué à la science moderne les ressources qui lui servirent de point de départ » (*Indian Givers*).

« Une bonne partie de l'explosion démographique post-colombienne en Europe est due à l'introduction de deux plantes du Nouveau Monde : la pomme de terre et le maïs » (Michael J. Balick et Paul Alan Cox, *Plants, People and Culture*). La dette des colons européens envers les aliments amérindiens se reflète dans le traditionnel menu de maïs, haricots, courge, canneberge et dinde qui marque l'action de grâce (Thanksgiving) commémorant la colonisation de l'Amérique du Nord par les Européens » (Judith Ann Carney, *Black Rice*).

« La "découverte" du guano par les agriculteurs européens au 19<sup>e</sup> siècle ouvrit la voie à la modernisation de l'agriculture européenne. (...) L'ère du guano marqua le début de l'agriculture moderne et finit par déboucher sur les engrais artificiels produits à partir d'autres ressources » (Weatherford, *Indian Givers*).

« Par le biais de la traite transatlantique, les Noirs avaient peu à peu transféré des plantes africaines (comme le sésame, le sorgho, le gombo) et des plantes américaines transplantées en Afrique (cacahuète et poivron) dans leurs pays d'esclavage. Les Blancs ne s'intéressèrent à ce que produisaient les esclaves que quand ils s'aperçurent qu'il existait des marchés extérieurs pour ces produits. Ce fut clairement le cas pour l'arachide. Les Noirs cultivaient et vendaient souvent des cacahuètes, mais les Blancs n'y prêtèrent guère attention avant que les chocolatiers européens se mettent à réclamer ce produit donnant une huile fade » (Joyce Chaplin, *An Anxious Pursuit*).

On croit couramment que le riz est une plante d'origine asiatique plutôt qu'africaine, alors qu'elle est apparue séparément sur les deux continents. Parmi plus de vingt espèces de riz existant dans la nature, seules deux ont été domestiquées : *Oryza sativa* en Asie et *Oryza glaberrima* en Afrique. Il y a des milliers d'années, les peuples du sahel découvrirent cette dernière, s'aperçurent qu'elle poussait bien sur les terres marécageuses et créèrent « l'un des systèmes de culture les plus ingénieux du monde ». *Oryza glaberrima* était cultivée « dans une vaste région d'Afrique de l'Ouest allant du Sénégal au Liberia, au sud, et s'étendant sur plus de 1600 kilomètres à l'intérieur des terres, jusqu'aux rives du lac Tchad » (Carney, *Black Rice*).

En Caroline-du-Sud, dont les exportations de riz dépassaient 27 000 tonnes par an à l'époque de la révolution américaine, ce furent « des esclaves provenant des régions rizicoles d'Afrique de l'Ouest (qui) montrèrent aux planteurs comment cultiver cette plante ». (...) « Les riziculteurs d'Afrique de l'Ouest faisaient preuve d'une connaissance pointue des déclivités, des principes régissant les sols, des régimes d'humidité, des cultures inondées, de l'hydrologie, de la dynamique des courants, ainsi que des mécanismes d'irrigation et de régulation de débit » (Carney, *Black Rice*). Les propriétaires de plantation de Caroline-du-Sud avaient compris que pour que leurs plantations fonctionnent bien, il leur



fallait sélectionner leurs esclaves africains. Ils recherchaient donc activement des esclaves provenant de groupes ethniques spécifiques que l'on savait posséder des connaissances rizicoles.

« Dès le début de la traite atlantique, les Européens remarquèrent que les femmes jouaient un rôle crucial dans la culture du riz en Afrique. » La sélection des semences était de « la responsabilité des femmes », ce qui laisse supposer « que ce sont peut-être les femmes qui initièrent le processus de domestication du riz ».

« Des végétaux utilisés traditionnellement, la médecine moderne a tiré des substances telles que l'acide salicylique, l'ipéca, la quinine, la cocaïne, la colchicine, l'éphédrine, la digitaline, l'ergotine et bien d'autres » (Roy Porter, *The Greatest Benefit to Mankind*). Environ un quart des médicaments prescrits aujourd'hui sont dérivés de plantes qui, pour la plupart, « furent initialement découvertes en étudiant les remèdes traditionnels et les savoir-faire populaires des peuples indigènes » (Balick et Cox, *Plants, People and Culture*). (...) Les savoirs scientifiques en question furent d'abord élaborés par les sujets de leurs études, les guérisseurs traditionnels et indigènes.

L'une des premières découvertes, et l'une des plus importantes, fut qu'un remède traditionnel des Indiens <quechua du Pérou contre les fièvres pouvait aussi servir à traiter le paludisme, une maladie que les Européens avaient amenée avec eux. Ce produit, la quinine, était fait à partir d'écorce de quinquina, un arbre poussant dans les forêts primaires des montagnes péruviennes. (...) « La quinine fut bientôt trop précieuse aux yeux des Européens pour permettre aux Indiens de l'utiliser. Les Blancs la monopolisèrent pour éradiquer le paludisme en Europe tout en laissant les Indiens mourir de cette maladie, qui trouva rapidement un nouveau foyer permanent sous les tropiques américains » (Weatherford, *Indian Givers*).

« C'est armés de la quinine que les Français commencèrent à coloniser massivement l'Algérie. » Au 19<sup>e</sup> siècle, des milliers de tonnes d'écorce de quinquina étaient embarquées vers l'Europe chaque année.

On sait que les Incas utilisaient aussi la feuille de coca, d'où l'on tire la cocaïne, comme anesthésiant, et des algues marines séchées, riches en iode, comme remède préventif contre le goitre. (...) Les Aztèques et les autres Indiens du Mexique utilisaient quant à eux quelques 1200 plantes médicinales et que « les tribus indiennes d'Amérique du Nord avaient une *materia medica* comparable, bien que moins étendue » (Roderick E. McGrew, *Encyclopedia of Medical History*).

L'acide salicylique, qui est la substance de base à partir de laquelle est fabriquée l'aspirine, est produit par des plantes que les guérisseurs traditionnels de différentes parties du monde, séparées de grandes distances, découvrirent chacun de leur côté et utilisèrent contre les douleurs et les fièvres. Les Indiens d'Amérique du Nord trouvaient ce remède dans l'écorce de saule, tandis que les Européens le trouvaient dans une herbe des prés. Les poisons que les Indiens d'Amazonie et les chasseurs africains utilisaient sur leurs flèches sont également à l'origine de substances médicales importantes (le curare et la strophanthine, utilisés respectivement comme relaxant musculaire et comme cardiotonique).

La découverte de la digitaline, un médicament cardiotonique d'une grande importance historique, est généralement attribuée à William Withering, médecin anglais du 18<sup>e</sup> siècle. Mais dans l'ouvrage de 1785 où il rapportait ses découvertes, Withering indiquait que c'était une guérisseuse traditionnelle qui, « la première, avait attiré (son) attention sur la digitale ». (...) Il est également intéressant de noter que les Amérindiens « utilisaient correctement la variété américaine de la digitaline pour ses propriétés de stimulant cardiaque depuis des centaines d'années quand Withering la découvrit en Angleterre » (Vogel, *American Indian Medicine*).

C'est un contemporain de Withering, Edward Jenner, qui est traditionnellement salué comme le grand médecin qui sauva l'humanité du fléau de la variole (ou petite vérole) en introduisant la pratique de la vaccination. L'éradication de la variole, « le premier cas marquant de la victoire sur la maladie », est pourtant précisément le fait de traditions populaires (Porter, *The Greatest Benefit to Mankind*).

Comme l'observait un commentateur du 18<sup>e</sup> siècle : « Cette merveilleuse invention fut, à l'origine (...) trouvée, non par de savants érudits, mais par une sorte de gens vulgaires, ordinaires, de peu d'éducation. (...) Elle fut rarement, sinon jamais, utilisée par les gens de qualité, avant le début du siècle présent. »

Les guérisseurs de nombreuses régions d'Afrique et d'Asie connaissaient depuis des siècles la technique de la variolisation, ou inoculation : elle consistait à tirer du pus des vésicules d'une victime de la variole et à l'introduire dans l'organisme d'une personne en bonne santé. Le receveur de cette forme atténuée du virus *variola* contractait généralement une forme relativement peu virulente de la maladie, en tout cas non mortelle, et y était ensuite immunisé à vie. L'innovation attribuée à Jenner fut d'injecter des humeurs provenant de gens infectés par la vaccine, une maladie apparentée à la variole humaine, mais moins virulente sur les humains, conférant également l'immunité à cette maladie (les mots *vaccine*, *vaccin*, *vaccination* dérivent de la racine latine *vacca*, qui désigne la vache).

Les inventeurs de cette technique de prévention de la variole sont anonymes, mais le nom de l'Africain qui l'introduisit en Amérique du Nord est connu. Le célèbre prêcheur puritain Cotton Mather apprit la technique de l'inoculation d'Onésime, un esclave dont il était propriétaire (c'est donc une grande injustice pour ce dernier que d'intituler un livre Cotton Mather : *First Significant Figure in American Medicine*, « première grande figure de la médecine américaine »).

Mather mena une campagne publique pour convaincre ses concitoyens des vertus de l'inoculation, mais ses efforts rencontrèrent une farouche opposition. Si cette résistance n'était pas totalement irrationnelle, ses opposants les plus bruyants jouèrent sur les sentiments racistes, en tournant en ridicule le fait d'adopter une idée africaine : « Il n'y a pas une race d'homme sur terre plus fourbe, menteuse, etc. » (William Douglas, *Inoculation Consider'd*).

On ne tarda pas à oublier que l'on devait l'introduction de l'inoculation en Amérique du Nord à des Africains, jusqu'à ce qu'un trublion scientifique du nom de Cadwallader

Colden le redécouvre en 1753. « Il semble probable, écrivait-il, que la pratique (...) soit originaire d'Afrique. » Colden, ignorant à l'époque les révélations antérieures de Mather, ajoutait : « J'ai récemment appris de mes Nègres que c'est une pratique courante chez eux, si bien que les plus vieux souffrent rarement de cette maladie. (...) On pourra objecter qu'il est curieux qu'on ne s'en soit pas aperçu plus tôt, un si grand nombre d'entre eux étant présents, depuis près de 100 ans, dans toutes nos colonies. Il n'y a pourtant pas de quoi s'étonner, étant donné que nous conversons rarement avec nos Nègres, en particulier ceux qui ne sont pas nés chez nous » (Kittredge, *Lost Works of Cotton Mather*).

Ce savoir obtenu des esclaves africains ne tarda pas à être utilisé contre eux. En effet, si en Angleterre des tests destinés à vérifier la sûreté de l'inoculation furent d'abord effectués à petite échelle sur des condamnés, c'est la traite négrière qui fournit le plus grand vivier de sujets involontaires. Une fois l'efficacité de la méthode avérée, les marchands d'esclaves se mirent à systématiquement inoculer leur marchandise humaine pour maximiser leurs profits. Les esclaves immunisés étaient en effet considérés comme un investissement plus sûr et se vendaient à un prix plus élevé.

C'est par une autre voie que la pratique de la variolisation se répandit en Europe, non par le biais d'esclaves africains, mais par celui de paysannes turques. Le récit traditionnel donne la vedette à une aristocrate européenne, Lady Mary Wortley Montagu. Dans une lettre écrite à Constantinople en 1717, elle indique toutefois à qui revient tout le mérite : « La petite vérole, si répandue et si mortelle chez nous, est ici totalement inoffensive grâce à une invention, la *greffe*, selon le terme en usage. C'est un groupe de vieilles femmes qui se charge de réaliser cette opération chaque automne, au mois de septembre, quand les grandes chaleurs s'atténuent. (...) La vieille femme se présente avec une coupelle remplie des meilleures sécrétions de petite vérole, et vous demande quelle veine vous voulez qu'elle ouvre. Elle l'entaille immédiatement (...) et y dépose autant de sécrétion (de petite vérole) qu'il peut y en avoir au bout de son aiguille » (Porter, *The Greatest Benefit to Mankind*).

L'inoculation permettant manifestement aux esclaves et aux prisonniers de droit commun de se maintenir en vie, elle finit par être généralement reconnue comme un procédé médical légitime. Entre les mains de l'élite médicale, elle se transforma cependant en traitement onéreux uniquement accessible aux plus fortunés. Quand seul un petit nombre de personnes se fait inoculer, le reste de la population, majoritairement non immunisée, court un risque supérieur de contracter la variole car les personnes protégées sont contagieuses : or, si leur affection est relativement bénigne, elles transmettent la forme virulente habituelle de la maladie.

Il n'est donc pas étonnant qu'en Amérique cela ait suscité une opposition de classe : les riches avaient plutôt tendance à soutenir l'inoculation, les gens moins fortunés à s'y opposer. Benjamin Franklin, bien que défendant l'inoculation d'un point de vue scientifique, reconnaissait une injustice sociale : « Faire effectuer cet acte par un chirurgien, écrivait-il, représente des frais qui s'avèrent très importants à certains endroits en Amérique. » Pour un travailleur ordinaire, immuniser sa famille coûtait « plus d'argent qu'il ne (pouvait) raisonnablement en économiser ». Quand la variole emporta près de 300 personnes à Philadelphie, en 1774, Franklin ne fut guère surpris de constater que « la plupart d'entre eux étaient des enfants de familles pauvres ».

L'immunisation s'étendit aux classes laborieuses entre 1777 et 1778, quand George Washington fit inoculer les soldats de l'armée continentale dans ce qui fut « la première campagne d'immunisation publique à grande échelle de l'histoire d'Amérique » (Fenn, *Pox Americana*). L'historienne Elizabeth Fenn affirme avec des arguments convaincants que la décision de Washington de protéger ses troupes contre la variole fut un facteur décisif dans la victoire des révolutionnaires américains. Si c'est le cas, les Etats-Unis doivent leur existence même aux savoirs médicaux transmis par Onésime et d'autres Africains.

Une grande avancée eut toutefois lieu vers 1750 quand une famille de « modestes chirurgiens », Robert Sutton et ses fils, « conçurent une méthode simple, sûre et bon marché, qui permit de pratiquer l'inoculation à grande échelle ». L'innovation de Sutton consistait principalement, et simplement, à supprimer les actes superflus (car dénués d'utilité médicale) qui entouraient cette opération, tels que les purges et saignées préliminaires, auxquels recouraient les médecins des classes supérieures pour justifier leurs honoraires exorbitants.

La technique de la vaccination s'avéra par la suite plus efficace que celle de l'inoculation. Bien que la plupart des histoires de la médecine mentionnent Edward Jenner comme son inventeur, le principe même de la vaccination étaient en réalité profondément enraciné dans les savoirs populaires. Pour commencer, ce n'était rien d'autre qu'une variante du procédé de l'inoculation.

Les habitants des campagnes anglaises savaient depuis longtemps que les laitières étaient rarement affectées par la variole. Comme Jenner l'expliquait lui-même, son intérêt pour la question « fut *initialement éveillé* par l'observation, chez ceux que j'allais régulièrement inoculer dans les campagnes, que beaucoup de patientes résistaient à tous mes efforts pour leur donner la variole. Celles-ci, découvris-je, avaient eu une maladie qu'elles appelaient vaccine, contractée en trayant des vaches dont les pis portaient une éruption particulière. En enquêtant un peu, il apparut que *dans les fermes laitières cela se savait depuis des temps immémoriaux*, l'opinion voulant plus ou moins que ce soit une protection contre la variole » (Edward Jenner, 1801 ; voir Hervé Bazin, *Ce bon docteur Jenner*).

Modifier le procédé de l'inoculation en injectant les sécrétions de vaccine plutôt que d'une pustule de variole était évidemment une expérience à tenter. Jenner ne fut pas le premier à le faire. En réalité, la première vaccination attestée ne fut pas effectuée par un médecin mais par une personne qui avait passé toute sa vie à s'occuper des vaches. En 1774, un fermier de Yetminster, dans le North Dorset, du nom de Benjamin Jesty, avait injecté des sécrétions de vaccine à sa femme Elizabeth et à deux de leurs enfants. Celle-ci tomba gravement malade mais survécut, tandis que l'expérience n'eut aucun effet néfaste sur les enfants (Richard Horton, *Myths in Medicine*). Ce n'est qu'en 1796, plus de vingt ans plus tard, que Jenner fit sa première vaccination.

Le dédain et les moqueries avec lesquels les institutions médicales accueillirent les idées de Jenner sur la vaccine et la variole illustrent bien la façon dont les élites scientifiques

retardèrent souvent les sciences en se fermant aux savoirs des gens ordinaires. Jenner se démarqua de ses pairs en ce qu'il prit la peine d'écouter les fermiers et les fermières et voulut bien apprendre d'eux et d'elles.

### 3 – Quel « miracle grec » ?

La théorie du miracle voudrait (...) que ceux-ci aient inventé dans l'Antiquité classique tout à la fois la philosophie et les sciences, les mathématiques, la médecine, la politique, la théologie – toutes choses intellectuelles. (...) Grâce aux travaux de Pingree et de spécialistes partageant son point de vue, il apparaît maintenant irréfutable que les sciences grecques se sont construites sur des bases établies antérieurement en Mésopotamie et en Egypte, et que d'autres cultures anciennes, en Chine et en Inde, ont également largement contribué au développement du savoir scientifique.

Des traces linguistiques indiquent que les populations à la peau claire qui peuplaient l'Europe aux temps historiques descendent de quelques tribus des montagnes du Caucase, quelque part entre la mer Noire et la mer Caspienne – d'où parfois l'usage du terme de « caucasiens » pour désigner les personnes blanches de peau. (...) Ces peuples ancestraux du Caucase sont également appelés Aryens. Tout un mythe de la suprématie blanche les auréole, mythe qui fut à l'origine de la notion de race supérieure dans l'idéologie nazie. Mais pendant plus d'une centaine d'années, avant que les séides d'Hitler, en promouvant ces idées, ne finissent par les discréditer, les cercles universitaires européens tinrent pour évident que la quasi-totalité de ce qui avait de la valeur dans l'histoire de l'humanité était dû au génie aryen.

Le plus grand stratagème déployé par les universitaires européens du 19<sup>e</sup> siècle pour éviter de reconnaître des racines afro-asiatiques à la civilisation fut de minimiser l'importance des contributions égyptiennes, sumériennes et sémitiques, et de se focaliser presque entièrement sur les Grecs. (...) Qui plus est, et c'est là le point crucial, il était affirmé que les Grecs avaient développé l'intégralité de leur culture par eux-mêmes, pratiquement sans aucun apport des civilisations précédentes. Cette idée ne vient pas de la Grèce antique. Au contraire, il allait de soi pour les Grecs anciens, à la quasi-unanimité, que leur culture s'enracinait dans les savoirs et les réalisations des civilisations précédentes, en particulier de l'Egypte. C'était une idée courante que personne ne contestait. Hérodote, auteur du 5<sup>e</sup> siècle avant l'ère chrétienne, considéré comme le « père de l'histoire », le reconnaissait, tout comme Hippocrate, le fameux « père de la médecine », et même Platon et Aristote.

Thalès de Milet, que les philhellènes saluent comme l'inventeur de la science (...) était réputé avoir passé de nombreuses années à l'étranger à étudier la sagesse ancienne des Egyptiens, des Babyloniens et des Phéniciens. (...) Selon Hérodote, c'était en Egypte que s'était faite « l'invention de la géométrie », que les Grecs rapportèrent dans leur pays » (Hérodote, Histoires, 2).

D'où vient donc cette idée de miracle grec ? Ce n'est que 2000 ans plus tard, au 19<sup>e</sup> siècle, qu'un groupe d'universitaires allemands, peu nombreux mais influents, mené par Karl Otfried Müller, décréta que les auteurs grecs anciens ne savaient pas ce qu'ils disaient et que

leurs histoires d'influences extérieures relevaient simplement du « mythe ». Cette école de pensée vit le jour à l'université de Göttingen, d'où elle se diffusa rapidement dans toute l'Allemagne, en Angleterre, en France et aux Etats-Unis. (...) Ils étaient persuadés que la race était le principal critère scientifique d'analyse historique et pensaient avoir découvert des « lois scientifiques » à son sujet. Selon leurs théories, seule la race blanche – les descendants des Aryens – était naturellement apte à créer des civilisations avancées. La race noire, soutenaient-ils, était tout en bas de l'échelle et n'avait pas la moindre capacité civilisationnelle. Leurs conceptions prédarwinienne ne décrivaient pas les Blancs comme ayant atteint un stade d'évolution supérieur, mais considéraient simplement que la race humaine originellement créée par Dieu était purement caucasienne et que les autres races en étaient des formes dégénérées. Ces « sciences raciales », fruits du colonialisme européen alors triomphant, fournissaient une justification idéologique commode du « droit naturel » des Européens blancs à dominer les autres peuples du monde, à la peau plus sombre.

Tout fait indiquant que des Africains noirs avaient bâti des civilisations était considéré comme erroné, et invalidé parce qu'il allait à l'encontre de l'axiome fondamental de l'infériorité de la race noire. (...) La pureté raciale était une notion très importante dans leur idéologie. Les Grecs étaient considérés comme les plus purs des Aryens et par conséquent les ancêtres directs des peuples germaniques. La nature progressiste, créative, dynamique et ingénieuse des Grecs était attribuée à la pureté de leur sang aryen. (...) De la fin du 18<sup>e</sup> au début du 20<sup>e</sup> siècle, l'idéologie raciste de ces universitaires se traduisait aussi par un antisémitisme virulent typique de l'époque. Les Phéniciens, comme les Juifs, étaient un peuple sémitique (l'hébreu et le phénicien sont pratiquement deux dialectes d'une même langue).

Cet axiome propre aux « sciences raciales » n'était pas une idée marginale et ne confinait pas aux rangs des historiens et des philologues. Il fut ouvertement affirmé et réaffirmé par les plus grands scientifiques du 19<sup>e</sup> siècle. Au début du siècle, le cœur scientifique de l'Europe se trouvait à Paris, avec son Académie des sciences au premier rang des institutions savantes. Sa voix principale, Georges Cuvier, fondateur de l'anatomie comparée, était le plus éminent savant de son époque. Pour lui les Noirs étaient « la plus dégradée des races humaines, dont les formes s'approchent le plus de la brute, et dont l'intelligence ne s'est élevée nulle part au point d'arriver à un gouvernement régulier » (citation dans Stephen Jay Gould, *La Mal-Mesure de l'homme*).

Si le plus célèbre des scientifiques du 19<sup>e</sup> siècle, Charles Darwin, était un opposant déclaré à l'esclavage, il adhérait néanmoins à une conception hiérarchique des races humaines mettant les Noirs et les Aborigènes australiens à une place intermédiaire entre les Caucasiens et les chimpanzés. Dans *La Filiation de l'homme*, il identifiait l'écart séparant les humains des grands singes comme la distance « entre le Nègre ou l'Australien et le gorille » (citation dans Stephen Jay Gould, *La Mal-Mesure de l'homme*).

Paul Broca, professeur à la faculté de médecine de Paris, faisait lui aussi partie des plus éminents scientifiques du 19<sup>e</sup> siècle. Il considérait avoir pour mission. D'élever la comparaison entre les races humaines à un degré de scientificité supérieur grâce à son approche quantitative. Pour que les sciences raciales deviennent véritablement scientifiques, pensait-il, elles se devaient de reposer sur des chiffres. D'autres avant lui s'y

étaient essayés en mesurant et comparant la taille des boîtes crâniennes de diverses races humaines. Broca entreprit le même projet, mais en introduisant des méthodes plus sophistiquées et une plus grande précision dans les mesures. (...) Il en avait conclu qu'il existait « un rapport remarquable entre le développement de l'intelligence et le volume du cerveau ». Ses recherches, affirmait-il indiquaient que généralement « la masse de l'encéphale est plus considérable (...) chez l'homme que chez la femme » et « chez les races supérieures que chez les races inférieures » (citation dans Stephen Jay Gould, *La Mal-Mesure de l'homme*). En définitive, selon Broca : « Jamais un peuple à la peau noire, aux cheveux laineux et au visage prognathe, n'a pu s'élever spontanément jusqu'à la civilisation ».

Toute la communauté scientifique du 19<sup>e</sup> siècle n'était pas raciste, comme le démontrent les critiques opposées à Broca, mais l'idéologie dominante dans les sciences l'était foncièrement.

La disparition définitive des sciences raciales n'eut lieu que dans le sillage du puissant mouvement anticolonialiste qui fleurit à travers le globe après la Seconde Guerre mondiale. Quand les régimes postcoloniaux d'Afrique, d'Asie et du Moyen-Orient établirent leurs propres universités, et que des universitaires non-blancs se trouvèrent pour la première fois libérés du joug européen, les présumés universitaires racistes et colonialistes purent être remis en cause puis s'effriter rapidement.

Finalement, une histoire populaire des sciences serait en faute si elle ne réfutait pas explicitement les insinuations des « sciences raciales » du 19<sup>e</sup> siècle qui voulaient que les peuples noirs d'Afrique subsaharienne aient été incapables d'édifier des civilisations. L'histoire de Koumbi Saleh – sans oublier Gao, Jenné, Tombouctou et beaucoup d'autres grandes villes africaines – suffit à contredire cette affirmation mensongère. Il y a plus de 1000 ans, la population de cette ville commerçante d'Afrique de l'Ouest, dans le royaume du Ghana, atteignait 15 000 à 20 000 habitants. Londres et Paris ne furent aussi massivement peuplées que bien des siècles plus tard.

Des statues, des fresques et des documents indiquent clairement qu'il y eut des pharaons noirs – par exemple Pépi 1<sup>er</sup>, vers -2360 et des périodes durant lesquelles toute l'Égypte était dirigée depuis les territoires bordant la partie du Nil située la plus au sud.

Si les sciences ne sont pas nées chez les Grecs, ceux-ci ont tout de même largement contribué à leur développement. (...) Alors que les civilisations antérieures étaient encore à l'âge du bronze, les Grecs du 8<sup>e</sup> siècle avant l'ère chrétienne avaient le grand avantage d'être entrés dans l'âge du fer. Les avancées culturelles correspondant à cette époque font que l'on dispose d'une documentation plus détaillée sur les pratiques scientifiques à partir du 6<sup>e</sup> siècle avant J.-C. Le déséquilibre que cela représente en termes de documentation historique peut donner l'impression que les sciences grecques constituèrent une avancée supérieure à ce qu'elles furent réellement.

Le récit traditionnel des sciences présocratiques est dominé par des penseurs comme Thalès, Anaximène, Anaximandre et Héraclite. Aucun d'entre eux ne vécut en Grèce proprement dite, mais dans les colonies grecques de la côte ionienne, en Asie mineure, dans ce qui est aujourd'hui la Turquie. (...) Mais plutôt que de se focaliser sur ces individus,

penchons-nous sur le contexte social qui engendra les traditions scientifiques matérialistes dont ils ne furent que les représentants. Il se disait en particulier de Thalès qu'il avait eu « de nombreux prédécesseurs » sur la côte ionienne. L'environnement social des Grecs d'Ionie était radicalement différent de celui de leurs prédécesseurs égyptiens et babyloniens. Ces civilisations plus anciennes, fondées sur l'agriculture, se caractérisaient par des formes d'organisation sociale totalitaires dans lesquelles le savoir, notamment scientifique, se trouvait monopolisé par des castes sacerdotales conservatrices, elles-mêmes subordonnées à un monarque absolu. Un tel climat social favorise le traditionalisme et décourage toute pensée originale et créative.

Des formes d'organisation sociale très différentes s'étaient mises en place dans le monde grec (...) vers le 8<sup>e</sup> siècle avant l'ère chrétienne. L'économie n'y reposait pas uniquement sur l'agriculture : une activité marchande non négligeable s'était développée, suivant l'exemple phénicien. Le rôle grandissant du commerce avait entraîné la croissance de classes sociales non agraires : marchands, ouvriers, artisans, constructeurs navals, marins.

Les nouvelles colonies grecques qui fleurissaient sur la côte ionienne étaient des centres commerçants. (...) On trouvait dans ces cités portuaires des immigrés venus de tout le monde grec, et même d'au-delà, ainsi que des natifs d'Asie mineure. Des gens d'origines diverses, loin de leur cadre de vie traditionnel, se trouvaient exposés à une multiplicité d'idées et de coutumes « étrangères ». L'existence de cette population multilingue et pluriethnique, au sein d'une économie commerçante et durant une période de forte expansion économique, engendra une situation favorable à l'émulation intellectuelle.

Les monarchies héréditaires qui dirigeaient à l'origine les cités-Etats indépendantes d'Ionie laissèrent la place au règne aristocratique de familles nobles. Puis, plus tard, vers le milieu du 7<sup>e</sup> siècle avant l'ère chrétienne, les aristocrates furent détrônés par des coalitions de marchands et d'artisans. Enfin, vers le 6<sup>e</sup> siècle, ces oligarchies marchandes s'inclinèrent face aux premières « tyrannies ».

Les connotations aujourd'hui terriblement négatives des termes « tyran » et « tyrannie » ne reflètent pas ce qu'étaient originellement ces régimes. La tyrannie était une forme nouvelle de gouvernement correspondant à l'évolution des luttes de classes entre les marchands fortunés et les gens du commun – la plèbe. Cette dernière était devenue une force politique puissante, luttant pour ses intérêts au moyen de grèves et d'une agitation sociale plus générale. Bien souvent, lors des troubles, il se trouvait un politicien bien en vue pour se présenter et prétendre représenter les « intérêts du peuple ». S'il parvenait à diriger la masse plébéienne, ce politicien pouvait prendre le pouvoir et établir ce qu'on appelait alors une tyrannie. Les tyrans originels étaient les ancêtres des dirigeants populistes du monde moderne, tels que Peron en Argentine ou Nasser en Egypte.

Sur la côte ionienne, une ville se distinguait par son dynamisme : il s'agissait de Milet. Elle avait connu une expansion maritime sans précédent, établissant à elle seule 90 colonies sur tout le pourtour de la mer Noire, obtenant ainsi le quasi-monopole du commerce dans cette région importante. (...) Mais à mesure que les princes marchands de Milet s'enrichissaient, la plèbe gagnait en puissance politique. Une tyrannie fut instaurée en -604. Renversée quelques années plus tard, il s'ensuivit deux générations d'instabilité politique :



par la suite, un régime constitutionnel fut établi, puis une nouvelle tyrannie, et enfin un gouvernement démocratique qui régit Milet jusqu'à sa chute face aux Perses en -546.

Il régnait un climat social dans lequel on pensait et on s'exprimait sans trop de retenue : c'était un tumultueux « marché aux idées ». Il ne faut pas imaginer Thalès, Anaximandre, Anaximène et Héraclite comme des génies isolés, mais comme les représentants les plus en vue d'un vaste et dynamique mouvement de « science populaire » engendré par les luttes de classes du monde antique. (...) En d'autres termes, il ne s'agissait pas de penseurs isolés dans leur tour d'ivoire mais de citoyens éminents et actifs. (...) Les penseurs ioniens avaient des conceptions matérialistes de la nature qui apportèrent des nouveautés intéressantes pour la compréhension scientifique du monde.

Tous les représentants des sciences présocratiques n'étaient pas ioniens : Pythagore et ses disciples vivaient dans le Sud de l'Italie. (...) « Le théorème "de Pythagore" était connu (des mathématiciens babyloniens) plus de 2000 ans avant Pythagore » (Otto Neugebauer, *Les Sciences exactes dans l'Antiquité*). Il est quasiment certain que cette idée mathématique fut transmise aux Grecs par les Babyloniens. Mais bien même aurait-elle été redécouverte indépendamment, elle ne pourrait de toute évidence pas être considérée comme une innovation spécifiquement grecque. Surtout, il n'existe aucune preuve concrète pour établir que « le quasi mythique fondateur de la secte pythagoricienne » eut le moindre rapport avec les mathématiques. L'idée d'un Pythagore mathématicien semble avoir émergé vers la fin du 4<sup>e</sup> siècle avant l'ère chrétienne.

Les pythagoriciens posèrent les germes d'une vision anti-matérialiste de la nature qui allait culminer plus tard dans la prétendue révolution socratique – révolution qui, du point de vue de l'histoire populaire, devrait plutôt être considérée comme une *contre-révolution*. Leur héritage se trouve dans l'affirmation que la connaissance de la nature s'obtient non par l'observation mais par des arguments *a priori*.

Une autre école de pensée présocratique apparut dans le Sud de l'Italie porta la séparation pythagoricienne de la raison et de la nature à son extrémité logique. Il s'agit de l'école éléatique, fondée par Parménide, qui proposait « une nouvelle philosophie niant, au nom de la rationalité, la réalité du monde sensible dans son intégralité » (Farrington, *La Science dans l'Antiquité*). (...) Le monde que nous connaissons par nos sens – tout ce que nous pouvons voir et toucher – n'est qu'une illusion, déclaraient-ils. Ils enjoignaient donc aux personnes voulant s'instruire de ne pas étudier la nature et de lui tourner le dos.

Ainsi culminait la contre-révolution qui renversa la tradition scientifique ionienne qui, elle, cherchait la connaissance de la nature au moyen des sens, par l'observation et l'expérience. Comme Farrington l'expliquait, Platon « représente une réaction politique contre les Lumières ioniennes, servant les intérêts d'une cité-Etat chauvine, esclavagiste, divisée en classes, et faisant déjà figure d'anachronisme à son époque » (Benjamin Farrington, *Science and Politics in the Ancient World*).

Qu'est alors devenue l'arithmétique, avec ses chiffres ordinaires et ses calculs banals ? Sous l'influence du mépris de Platon pour toute chose « contaminée par les usages pratiques », elle se trouva discréditée dans les cercles intellectuels de l'élite du monde grec.

Elle finit par être dédaignée comme « une matière convenant aux commerçants phéniciens et non aux Grecs » (Farrington, *La Science dans l'Antiquité*). (...) Cela illustre en tout cas parfaitement le fait que l'idéologie scientifique de Platon ne peut être séparée de son élitisme extrême et de la philosophie politique découlant de ce mépris pour la « populace ».

Comme « les esclaves tenaient lieu de machines », rien n'incitait économiquement les classes privilégiées à promouvoir le progrès technique, elles qui méprisaient tout savoir manifestant des aspects pratiques. Mais si l'idéologie de Platon ne faisait que refléter des tendances sociales plus profondes, elle contribua certainement pour beaucoup à retarder la pensée scientifique pendant deux milliers d'années – ce qui est sans doute le plus grand préjudice qu'une élite savante ait jamais causé aux sciences dans toute l'histoire de l'humanité.

Platon était l'un des élitistes les plus affirmés de tous les temps. Il est assez ironique qu'il soit souvent salué comme le plus grand penseur qu'ait produit la démocratie athénienne, car bien peu manifestèrent une haine plus farouche de la démocratie. (...) Il est également ironique que Platon ait la réputation d'un philosophe incarnant les idéaux d'honnêteté et de vérité, érigés en vertus suprêmes. Car en réalité, il pensait que le gouvernement ne pouvait reposer que sur le mensonge et « voua sa vie à l'élaboration » de cette tromperie. Pour l'entretenir, Platon préconisait que l'on détruise les livres des matérialistes ioniens et « que l'Etat impose son livre crapuleux (*Les Lois*) comme seule et unique source de doctrine » (Farrington, *Science and Politics in the Ancient World*). Quant à ceux qui s'opposaient à ses projets, il préconisait pour eux la peine de mort. Voilà l'utopie politique selon Platon, telle qu'il l'énonçait dans la *République*.

L'approche platonicienne, anti-empirique de la connaissance de la nature finit par dominer les sciences dans le monde grec avant de se transmettre à l'Europe médiévale.

La fameuse école médicale de Cos, cour de la tradition hippocratique, est « la première institution scientifique dont les traités complets nous soient parvenus » (Farrington, *La Science dans l'Antiquité*). La soixantaine de traités qui composent le *Corpus* attribué à Hippocrate représentent une vaste somme de connaissances tirées des observations, des recherches et des expérimentations soigneusement transcrites par plusieurs générations de praticiens médicaux. (...) Attribuer cette tradition scientifique à un seul homme dénommé Hippocrate, qualifié de « père de la médecine », relève de la légende plus que de l'histoire. L'école de Cos (une école de principes plus qu'une faculté de médecine à proprement parler) existait déjà au début du 6<sup>e</sup> siècle avant l'ère chrétienne, plus d'un siècle avant la naissance d'Hippocrate.

Quant au fameux serment d'Hippocrate – les principes d'éthique que tout médecin professionnel s'engage encore à respecter de nos jours – « on sait aujourd'hui qu'il ne fut pas écrit par un médecin hippocratique mais par un thérapeute disciple de l'ancienne secte religieuse des pythagoriciens » au 4<sup>e</sup> siècle avant l'ère chrétienne. (John Henry, *Doctors and Healers*).

L'héritage anti-empiriste platonicien fut quelque peu modéré par son plus grand disciple, Aristote, dont l'influence ultérieure sur les savants européens et arabes dépassa de

loin celle de Platon lui-même. (...) A la mort de ce dernier, Aristote quitta l'Académie pour fonder une école rivale, le Lycée, et critiqua certaines des conceptions scientifiques les plus néfastes de son maître. Pour ses grandes études biologiques, Aristote suivait une approche davantage en prise avec la réalité, étudiant la nature telle qu'il la percevait, ce qu'aurait condamné Platon. Malgré tout, Aristote fut bien le successeur de Platon (...). Tout d'abord, il fut un grand partisan de l'élitisme scientifique.

Pour Aristote, les travailleurs manuels qui produisaient les biens essentiels n'étaient pas dignes d'être citoyens : « Pour exclure les producteurs de la citoyenneté, il présente un argument frappant. Les producteurs, dit-il, sont nécessaires à l'Etat mais n'en font pas partie, tout comme le champ est nécessaire pour sustenter une vache mais n'en fait pas partie » (*Farrington, La Science dans l'Antiquité*).

Mais contrairement à Platon, il admettait volontiers l'évidence de ce qu'il voyait de ses propres yeux, touchait de ses propres mains, et percevait grâce à ses sens au cours de ses études biologiques et sociologiques. Cependant, les écrits d'Aristote en biologie et sociologie « ne faisaient qu'expliquer d'une façon bien ordonnée aux gens instruits ce que savait déjà tout paysan, pêcheur ou politicien » (J.D. Bernal, *Science in History*).

Aristote était supposé avoir résolu toutes les grandes questions scientifiques, et pourtant, « la première tâche des sciences modernes une fois venue la Renaissance fut de montrer que la plupart de ses réponses étaient absurdes ou fausses. Comme ce processus occupa la majeure partie (d'une période) de 1400 ans, on peut considérer que les sciences grecques furent davantage une entrave qu'un secours » (J.D. Bernal, *Science in History*).

En opposition à cela, trois écoles anti élitistes furent fondées, cherchant à rallier le peuple d'Athènes : les cyniques, les stoïciens et les épicuriens. Les cyniques en particulier s'adressaient aux déshérités et aux opprimés. Leur doctrine a parfois été qualifiée de « philosophie du prolétariat grec » (T. Gomperz, *Les Penseurs de la Grèce, vol 2*). (...) Comme les hippies, ils étaient anti-conformistes et adoptaient des modes de vie contestataires et provocateurs pour choquer le citoyen rangé. Comme les hippies également, ils attirèrent beaucoup l'attention mais ils ne furent qu'un phénomène passager.

L'intérêt des stoïciens pour la nature était intimement lié à leurs origines sociales. Le deuxième grand penseur de cette école, Cléanthe d'Assos, « était non seulement prolétaire, mais fier de l'être ». La plupart des professeurs stoïciens étaient orientaux, des métèques que dégoutait – on peut le comprendre – le chauvinisme des écoles de Platon et d'Aristote. (...) Les stoïciens faisaient appel à une (...) vision de la nature, soulignant la ressemblance essentielle entre tous les êtres humains pour promouvoir leur idéal de solidarité de toute l'humanité. Hélas, les stoïciens ne furent pas fidèles à leurs préceptes. S'ils étaient à l'origine de farouches opposants au statu quo, ils commencèrent, à mesure que leur mouvement grandissait et s'instituait, à rechercher une certaine respectabilité et à se montrer accommodants envers les pouvoirs en place. Finalement, le destin du stoïcisme, comme plus tard celui du christianisme, fut de devenir le pilier de la société qu'il avait initialement contestée » (*Farrington, Science and Politics in the Ancient World*).

La troisième école, celle des épicuriens, voulait être un « mouvement scientifique pour le peuple ». Les épicuriens cherchaient à créer un mouvement « mobilisant le courage et l'amour-propre des petites gens, de l'homme ordinaire » (Farrington, *Science and Politics in the Ancient World*), ce qui aurait fait de la science une redoutable arme idéologique. Les épicuriens représentèrent la principale opposition à la révolution socratique durant la dernière partie de l'Antiquité. Epicure, le fondateur de cette école, détestait la façon dont Platon usait des croyances religieuses comme d'un outil politique. (...) Epicure « est le premier homme de l'histoire connu pour avoir organisé un mouvement visant à libérer l'humanité entière de la superstition » (Farrington, *Science and Politics in the Ancient World*).

Les épicuriens (...) n'étaient pas politiquement révolutionnaires. Ils démystifiaient les superstitions tout en évitant d'entrer en conflit réel avec les autorités (ce qui permit à leur école de perdurer sept siècles). La passivité politique de l'épicurisme et ses conceptions quelque peu pessimistes limitèrent son attrait, l'empêchant de devenir un véritable mouvement de masse. S'il se différençait des autres écoles en acceptant des femmes et des esclaves parmi ses membres, sa base sociale n'était ni plébéienne ni patricienne, mais composée « de gens qui se trouvaient pris entre les classes inférieures et les dirigeants des cités-Etats déliquescents de l'empire d'Alexandre ou de celui des Romains, et cherchaient un refuge moral face aux désordres et aux dangers de l'époque » (George Novack, *The Origins of Materialism*).

Contrairement aux stoïciens, les épicuriens furent fidèles à leurs principes : la constance de leur doctrine au cours de leurs 700 ans d'existence est remarquable. Ils étaient partisans de la science des matérialistes ioniens Leucippe et Démocrite, tous deux à l'origine des théories atomistes de la matière – une abomination aux yeux de Platon et d'Aristote.

En ce qui concerne les sciences des matériaux, les savants alexandrins manifestaient une « réticence à s'intéresser à quoi que ce soit qui implique de se salir les mains, ce qui les empêcha de véritablement progresser en chimie » (J.D. Bernal, *Science in History*). Par contre, les artisans helléniques y contribuèrent beaucoup, transcrivant une partie de leurs connaissances chimiques sur des papyrus « manifestement destinés à des travailleurs qualifiés » (Henry M. Leicester, *The Historical Background of Chemistry*). (...) Collectivement, « les chimistes alexandrins firent preuve d'une ingéniosité époustouflante par leur invention d'alambics, de fours, de bain-marie, de vases à bec, de filtres et d'autres ustensiles de chimie dont l'équivalent se trouve encore en usage aujourd'hui ». Il convient de noter que « des noms de femmes apparaissent parmi ces alchimistes ». L'une d'elles en particulier, Marie la Juive, « est réputée d'avoir inventé de nombreux appareils » : c'est son nom qu'immortalise le *bain-marie*.

Les impressionnantes prouesses techniques des Romains sont révélateurs d'une grande connaissance des processus naturels. En dehors de quelques architectes ou ingénieurs célèbres, comme Vitruve ou Frontin, la plupart de ceux qui possédaient ces connaissances étaient des membres des classes dominées dont les contributions ne firent l'objet d'aucune documentation.

Quand les peuples sous le joug impérial de Rome se soulevèrent pour la détruire au 5<sup>e</sup> siècle de l'ère chrétienne, la culture lettrée, y compris scientifique, disparut quasiment en

Occident. Les techniques anciennes, « en comparaison des sciences, furent mieux conservées et se perdirent moins (...) ». Les traditions orales des artisans illettrés se révélèrent ainsi plus durables que celles des livres savants : la continuité du savoir doit plus aux premières qu'aux dernières.

Les sciences arabo-musulmanes ne furent pas une imitation passive de la splendeur grecque passée : elles reçurent non seulement d'importants apports de la Perse, de l'Inde et de la Chine, mais enrichirent aussi de leurs propres contributions la culture scientifique. Le domaine des mathématiques est celui où cela se perçoit le mieux, mais il est loin d'être le seul. Alors que les mathématiciens grecs s'intéressaient exclusivement à la géométrie et considéraient dédaigneusement l'arithmétique comme un outil ne convenant qu'à des fins bassement pratiques, les mathématiciens musulmans adoptèrent le système de numération à base décimale utilisé en Inde et s'en servirent pour approfondir les savoirs mathématiques d'une façon inimaginable pour leurs prédécesseurs grecs.

On en trouve des traces linguistiques dans les mots « algorithme » (qui signifiait « arithmétique » dans l'Europe du début des Temps modernes) et « algèbre », tous deux d'origine arabe. Les termes « sinus » et « cosinus », traductions latines de notions arabes, témoignent aussi de la contribution des musulmans au développement de la trigonométrie.

L'extension de l'empire musulman à l'Égypte, à la Syrie et à d'autres territoires hellénisés leur fournit un accès direct aux principaux textes savants grecs. Le mouvement de traduction initié sous les Omeyyades au 7<sup>e</sup> siècle s'accéléra quand la dynastie des Abbassides prit le pouvoir au milieu du 8<sup>e</sup> siècle. En 832, les dirigeants abbassides fondèrent une grande institution scientifique à Bagdad, la Bayt al-hikma, et recrutèrent les plus grands érudits du monde musulman, leur confiant la tâche de traduire les œuvres médicales, mathématiques et astronomiques des Grecs.

Mais les savants musulmans ne se contentèrent pas d'être des traducteurs et des copistes : ils ajoutèrent au corpus scientifique grec de longs commentaires critiques, s'appuyant parfois sur des études scientifiques originales. Quand l'érudition commença à reflourir en Europe au 12<sup>e</sup> siècle, les travaux d'Aristote et de Galien, retrouvés par le biais des Arabes, étaient passés au travers des prismes interprétatifs d'Ibn Rushd (Averroès), Ibn Sina (Avicenne), Al Razi (Rhazès) et bien d'autres encore.

Toutefois, ces nouveaux enseignements, à leur tour, se figèrent rapidement en une orthodoxie qui entrava toute nouvelle acquisition de connaissances sur la nature. Comme Aristote et Galien, certains savants musulmans furent mis sur un piédestal et transformés en autorités sacrosaintes par les érudits européens. L'élite médicale et les professeurs des écoles de médecine de l'Europe du début des Temps modernes, par exemple, considéraient les travaux d'Avicenne et de Rhazès comme indiscutables.

La transmission des sciences arabes en Occident est généralement présentée comme l'œuvre paisible de traducteurs érudits, mais ce fut aussi pour une part une expropriation violente, dans le sillage des guerres qui aboutirent à la destruction des royaumes musulmans d'Espagne. « Si l'attrait pour la philosophie ancienne ne fut pas le motif principal de la croisade des Occidentaux contre *Al-Andalus* – le fanatisme guerrier et la soif de pillage

étaient des motivations bien plus fortes – la prise de possession des enseignements arabes fut l'une des conséquences les plus importantes de la *Reconquista* » (William Eamon, *Science and the Secrets of nature*).

L'alchimie – encore un mot d'origine arabe, ancêtre du mot « chimie » - était surtout une science d'artisans anonymes. (...) C'est en chimie, concluait J.D. Bernal, que les médecins, parfumeurs et métallurgistes du monde musulman contribuèrent le plus à l'avancée générale des sciences. Une bonne part de leur réussite dans ce domaine est due au fait d'avoir en grande partie échappé aux préjugés de classe qui avaient tenu les Grecs à l'écart des activités manuelles. »

La Chine a été à l'origine de nombreuses innovations techniques très importantes qui, une fois parvenues en Europe, stimulèrent la Révolution scientifique : « Ce ne sont pas seulement les trois inventions mentionnées par Lord Bacon (l'imprimerie, la poudre à canon et la boussole) qui eurent des effets, et souvent des effets d'ébranlement profond, sur une Europe socialement instable ; ce sont également une centaine d'autres inventions – l'horlogerie mécanique, la fonte, les étriers et le harnais adapté au cheval, la suspension à la Cardan et le triangle de Pascal, les ponts à arc abaissé et les écluses sur les canaux, le gouvernail d'étambot et les gréements auriques, la cartographie quantitative... » (Joseph Needham, *La Science chinoise et l'Occident*).

Comme le déclarait Joseph Needham, instigateur de l'histoire des sciences chinoises en Occident, « la civilisation de Chine fut bien plus efficace que celle d'Europe pour ce qui est de comprendre le fonctionnement de la nature et d'utiliser cette connaissance pour le bien de l'humanité durant les quelques quatorze siècles qui précédèrent la Révolution scientifique ».

Bien plus que dans n'importe quelle autre partie du monde ancien, les artisans chinois étaient sous la supervision directe de la bureaucratie d'Etat. (...) « Il n'y a cependant aucun doute qu'à travers les âges, il existait toujours une part importante de production artisanale entreprise de manière indépendante, par et pour les gens du peuple » (Joseph Needham, *La Science chinoise et l'Occident*).

Needham critiquait particulièrement l'idée selon laquelle les réalisations chinoises n'auraient été « que techniques » et non scientifiques. (...) La découverte de la poudre à canon au 9<sup>e</sup> siècle, faisait-il remarquer, se fit « au cours d'une exploration systématique des propriétés chimiques et pharmaceutiques d'une grande variété de substances » par des alchimistes taoïstes cherchant à obtenir l'élixir d'immortalité. L'observation du fait que l'aiguille de la boussole n'est pas précisément alignée avec les pôles célestes de la Terre n'aurait jamais eu lieu « si les géomanciens n'avaient porté la plus grande attention à la position de leurs aiguilles ». Les chefs d'œuvre de la céramique chinoise n'auraient jamais vu le jour « si on n'avait pas su mesurer la température de façon précise, et possédé le moyen de reproduire à volonté, dans le four, les conditions d'oxydation et de réduction » (Joseph Needham, *La Science chinoise et l'Occident*).

Comme dans le reste du monde, l'origine de ces innovations d'importance historique ne fit pas l'objet d'une documentation adéquate car leurs inventeurs étaient le plus souvent

illettrés, et ne pouvaient consigner leurs activités que par l'entremise de scribes. (...) Les artisans de la Chine ancienne ne sont toutefois pas aussi anonymes que leurs homologues du reste du monde. (...) Si leurs noms sont mentionnés ici, nous n'oublions pas que donner le crédit d'une grande découverte à une seule personne, quel que soit son statut social, représente presque toujours une injustice pour ses nombreux prédécesseurs et collaborateurs.

L'invention de l'imprimerie à caractères mobiles est traditionnellement attribuée à un roturier (« un homme vêtu de chanvre », c'est-à-dire ne portant pas d'habits de soie) dénommé Bi Sheng vers 1045. Qiwu Huaiwen, petit officier militaire et forgeron d'épées, « fut l'un des premiers utilisateurs, sinon l'inventeur, du procédé de fabrication de l'acier par co-fusion ».

Si dans la Chine ancienne et médiévale les principaux producteurs de savoirs sur la nature étaient des artisans, leur transmission fut principalement l'œuvre des marchands. (...) L'appellation *hu* désignait les commerçants perses et arabes qui parcouraient la célèbre route de la soie entre la Chine et leurs pays d'origine.

« C'est à tort qu'on impute à Isaac Newton la découverte de la première loi du mouvement, que les Chinois connaissaient bien avant lui » (Robert Temple, *Le génie de la Chine*). (...) Les horloges mécaniques qui, en Chine, datent du 8<sup>e</sup> siècle, n'apparurent en Europe qu'au début du 14<sup>e</sup> siècle, peut-être inspirées de « quelques bribes d'informations dénaturées sur les horloges, colportées par des marchands » (Temple, *Le génie de la Chine*). L'invention cruciale fut l'échappement, le mécanisme qui régule avec précision le rythme auquel tournent les rouages de l'horloge. Comme les premières à avoir été mises au point fonctionnaient sur des roues à eau, « on peut considérer que l'horloge mécanique doit en grande partie son existence à l'art des constructeurs de moulins chinois » (Needham, *Clerks and Craftsmen in China and the West*).

Les méthodes chinoises pour fabriquer de l'acier à partir de la fonte, qui datent du 2<sup>e</sup> siècle avant l'ère chrétienne, aboutirent à « l'invention du convertisseur Bessemer, en Occident, en 1856. La découverte d'Henry Bessemer avait été précédée de celle faite en 1852 par William Kelly, qui habitait près d'Eddyville, dans le Kentucky. En 1845, Kelly avait fait venir quatre experts chinois de l'acier, dont il avait appris les principes (...) à la base de la fabrication de l'acier en Chine depuis plus de 2000 ans » (Temple, *Le Génie de la Chine*).

Historiquement, la plus grande découverte de la chimie chinoise fut la poudre à canon. Aux alentours de l'an 850 du calendrier chrétien, les recherches systématiques des alchimistes taoïstes les amenèrent à mélanger du salpêtre (nitrate de potassium), du soufre et du charbon de bois. La nature instable du mélange les incita à mener de plus amples expériences qui aboutirent à l'invention et à la production massive d'armes qui transformèrent l'art de la guerre, en Chine d'abord, puis dans le monde entier. (...) « Comment reconnaît-on le salpêtre, sachant qu'il a le même aspect que d'autres substances ? le test par la flamme joue un rôle crucial, car le potassium brûle avec une flamme violette ou pourpre. C'est par ce moyen que les Chinois identifièrent le salpêtre dès le 3<sup>e</sup> siècle après J.-C. » (Sheng Xuanzi, *Du Mercure*, 1150 de l'ère chrétienne, citation dans Temple, *Le Génie de la Chine*).

La laque, une substance chimique d'origine biologique, « le premier plastique industriel inventé par l'homme » fut découvert en Chine il y a plus de 3000 ans. « Dès le 2<sup>e</sup> siècle avant J.-C., les Chinois firent une découverte chimique importante » : des artisans s'aperçurent qu'ils pouvaient empêcher la laque de durcir par évaporation en y jetant des crabes. Ils avaient découvert empiriquement que quelque chose dans les tissus des crustacés inhibait la solidification de la laque.

Les allumettes, fabriquées en « imprégnant de soufre de petits morceaux de bois de pin, conservés prêts à l'emploi » sont un autre exemple impressionnant des connaissances chimiques anciennes des Chinois. Il s'agit de l'invention de « quelques chinoises anonymes du 6<sup>e</sup> siècle » poussées à faire preuve de créativité par les difficultés d'un siège. (Temple, *Le génie de la Chine*).

En Europe, la révolution industrielle eut lieu grâce à une augmentation spectaculaire de la productivité agricole. (...) Ce grand bond en avant, pourtant, ne se fit que grâce à l'importation d'idées et d'inventions chinoises : « La culture en lignes, le sarclage intensif, le semoir à rangs multiples, la charrue à soc de fer, le versoir et le harnais à collier – tout cela nous vient de la Chine (Temple, *Le génie de la Chine*). Ainsi, « jusqu'au 8<sup>e</sup> siècle après J.-C., en Occident, les seuls harnais connus consistaient en une sangle placée autour de la gorge du cheval. Il s'agissait d'une méthode inepte, en ce sens que cette courroie étouffait le cheval dès qu'il entamait son effort ». Mais « l'élément le plus important de la révolution agricole européenne » fut sans doute la charrue chinoise à versoir, initialement introduite en Hollande au 17<sup>e</sup> siècle par des marins néerlandais.

Le semoir fut une autre innovation primordiale. Avant son adoption au 16<sup>e</sup> siècle, les cultivateurs européens réalisaient habituellement leurs semences à la volée. Selon Temple, cela occasionnait « un gaspillage énorme, et il n'était pas rare de devoir conserver la moitié de la récolte pour pouvoir réensemencer les champs l'année suivante » avant que cette idée chinoise ne leur soit connue. (Temple).

Pourquoi les innovations techniques apparues en Chine et pour une bonne part transmises par l'intermédiaire du monde musulman, entraînèrent-elles une Révolution scientifique dans une Europe arriérée plutôt que dans des contrées culturellement plus développées ? Paradoxalement, c'est précisément son retard qui donnait à l'Europe un avantage sur ces civilisations plus anciennement établies.

Le féodalisme européen était un système politique extrêmement décentralisé. La fragmentation du pouvoir politique avait permis à la classe marchande d'acquérir en Europe un degré de liberté dont elle ne jouissait pas ailleurs dans le monde. Ceux qui tenaient les rênes du pouvoir étaient loin d'être omnipotents : un bon mot de Voltaire disait du Saint Empire romain germanique qu'il n'était « ni saint, ni romain, ni empire ». Les monarques, l'aristocratie terrienne et l'Eglise catholique avaient un grand pouvoir politique dans l'Europe de la fin du Moyen Âge, mais leurs incessantes querelles laissaient suffisamment de marge aux marchands pour prospérer dans la relative liberté de leurs cités.



A partir du 15<sup>e</sup> siècle, le nouveau système économique européen fondé sur la production de marché allait peu à peu s'insinuer et s'imposer partout dans le globe, laminant les systèmes économiques traditionnels pour créer un nouveau système mondial uniformisé. Les rênes de ce nouveau système expansionniste resteraient en majeure partie aux mains des Européens.

Dans le même temps, l'émergence du capitalisme créa les conditions d'une Révolution scientifique. (...) La recherche du profit encouragea les producteurs marchands, en concurrence les uns avec les autres, à innover techniquement pour réduire les coûts de production, ce qui demandait une meilleure maîtrise des processus naturels.

#### 4 – Marins hauturiers et sciences nautiques

Selon l'une des légendes les plus tenaces de l'épopée des sciences, c'est au prince Henri de Portugal (1394-1460), alias « Henri le Navigateur » que nous serions redevables des connaissances qui rendirent possible la navigation en haute mer – il serait l'inventeur de la navigation hauturière, et aurait appris aux marins comment naviguer loin des côtes. (...) Non seulement Henri n'était pas navigateur, mais il ne montait presque jamais à bord d'un bateau. Et quand c'était le cas, ce n'était pas pour mener le navire sur des mers inconnues, mais pour voyager en tant que passager royal dans le cadre de ses fonctions officielles.

Le prince finançait des marins audacieux et leur offrait un lieu où se retrouver, échanger des informations et consigner leur vaste savoir nautique. Mais si jamais il y eut instruction, ce ne fut certainement pas Henri qui la prodigua aux marins : c'étaient plutôt eux qui l'instruisaient en lui donnant les renseignements qu'il recherchait. En guise de contribution aux sciences océaniques, Henri se borna à patronner des navigateurs, des cartographes, des mathématiciens et des astronomes.

Sa véritable motivation, derrière la façade idéologique de sa pieuse croisade contre le monde musulman, était l'expansion coloniale et la gloire impériale. Les expéditions en haute mer devaient étendre l'Empire portugais, et le savoir qu'il recherchait n'était qu'un moyen pour parvenir à ses fins : la domination de l'Afrique et des îles atlantiques. Ses successeurs élargirent les ambitions portugaises pour y inclure « les Indes ».

Christophe Colomb, (...) contrairement à Henri, était un navigateur compétent, et (...) le premier voyage transatlantique mérite d'être reconnu comme une grande prouesse. Mais le présenter comme un génie hors du commun, doté d'un talent et d'un savoir supérieurs à ceux de ses contemporains, n'est tout simplement pas tenable. Son exploit ne peut être séparé du contexte général des pratiques nautiques élaborées par plusieurs milliers de ses pairs et prédécesseurs en mer. Issus, à quelques exceptions près, des couches les moins favorisées de la société, ces derniers constituent des sujets parfaits pour l'histoire populaire.

L'habituel dénigrement des marins comme obstinément conservateurs, du fait de leur réticence face aux grandioses projets des érudits de salon, est fort injuste. (...) Commentant « le mythe persistant selon lequel les marins anciens naviguaient en "serrant la côte", le commodore Collins de l'Amirauté britannique indiquait où se situait réellement

l'ignorance en la matière : « Un marin n'aurait jamais pu écrire pareille chose. Rien n'est plus périlleux, et n'est donc évité avec plus de soin, sur une côte mal connue, que de serrer la côte. Ce mythe repose sur la supposition que les marins n'avaient ni les moyens ni la compétence pour trouver leur chemin sans côte en vue. Voilà bien une hypothèse qui s'avère infondée. (...) Rien n'est plus sûr que le fait que, quelle que soit la manière dont ils s'y prenaient, les marins ont de tous temps navigué en eaux profondes » (K.St.B Collins, *Introduction*, dans E.G.R. Taylor, *The Haven-Finding Art*).

« A la mort du prince Henri, écrivait l'un de ses admirateurs, celui-ci venait tout juste de convaincre ses gens de s'aventurer quelques jours loin des côtes, des Canaries à la côte africaine » (Markham, *Sea Fathers*). En réalité, longtemps avant la naissance d'Henri, les voyages en direction et en provenance des Canaries étaient monnaie courante. Les marins phéniciens s'y étaient rendus deux millénaires plus tôt, et au 2<sup>e</sup> siècle de l'ère chrétienne Claude Ptolémée indiquait que leur position était connue des voyageurs « par expérience » (Claude Ptolémée, *Traité de Géographie*, livre 1).

Avant l'an 1000, le Nord de l'océan fut traversé à plusieurs reprises par les Vikings. Il est remarquable « que ces grandes traversées océaniques aient été faites et refaites par les marins nordiques sans quadrant ni astrolabe, sans compas, ni même carte marine » (R.A. Skelton, Thomas E. Marston, George D. Painter, *The Vinland Map and the Tartar Relation*).

Bien avant que le capitaine Cook ne « découvre » les îles hawaïennes, des Polynésiens s'y étaient rendus depuis Tahiti ou les Marquises, parcourant pour cela quelques 2000 milles marins. Le mythe de la navigation côtière provient du fait que les marins portugais auxquels Henri avait ordonné de trouver une route vers la Guinée – l'Afrique subsaharienne de l'Ouest – progressèrent méthodiquement vers le sud en suivant les contours du continent. La pratique du cabotage impliquait de retrouver régulièrement la côte pour vérifier la position du navire, mais pas de serrer continuellement. Les pilotes se servaient du compas magnétique et jetaient la sonde pour ne pas se perdre entre deux importants repères côtiers ou entre deux caps connus.

Ce qui facilita le plus la navigation hauturière fut la découverte de régularités dans les vents et les courants marins. La grande prévisibilité de leur circulation permit aux marins d'en dresser des cartes et de s'en servir pour se rendre où ils voulaient. (...) Avant les derniers siècles, ces connaissances étaient conservées et transmises oralement, « car le marin était un artisan, il apprenait dans sa jeunesse comment gouverner son navire en travaillant aux côtés de son maître. Rien n'était écrit » (Taylor, *The Haven-Finding Art*).

Si ce n'est des personnes ayant une expérience pratique de la mer, qui aurait pu savoir que la façon la plus efficace et la plus rapide de revenir des Canaries à la côte ibérique était de commencer par faire voile vers le nord-ouest plutôt que de mettre immédiatement le cap au nord-est ? La voie directe demandait de lutter contre les courants et alizés venant du nord-est tout au long du trajet (...), tandis qu'en partant vers le nord-ouest pour rallier les vents d'ouest dominants – une méthode que les marins portugais appelaient la *volta do mar* – le trajet de retour était relativement simple et rapide. Les premiers à avoir emprunté cette route contre-intuitive sont restés anonymes, mais il s'agissait très certainement de marins plutôt que d'astronomes et de mathématiciens.

Dans l'Atlantique sud, sous l'équateur, ils découvrirent une gyre tournant en sens antihoraire, symétriquement à celle du Nord. La génération suivante trouva de grands tourbillons analogues à ceux de l'Atlantique dans le Pacifique Nord et Sud. C'est ainsi que des marins tentant d'aller du Portugal en Inde en contournant la pointe australe de l'Afrique débarquèrent sans s'y attendre au Brésil ! Ce serait une erreur de supposer, comme beaucoup d'historiens, qu'ils étaient complètement perdus.

Magellan est habituellement salué comme le premier navigateur à avoir effectué la circumnavigation du monde, mais c'est en réalité son pilote basque, Juan Sebastian Del Cano, « un homme ordinaire, sans génie ni richesse », qui réalisa cet exploit. Magellan fut en effet tué aux Philippines bien avant la fin de son voyage. Del Cano « puisa dans toutes les connaissances des vents possédées par les marins anonymes de l'Atlantique (...) et dans celles des inconnus qui, longtemps avant, avaient les premiers parcouru les mers asiatiques » (Crosby, *Ecological Imperialism*). (...° la mort de Magellan fut le fruit de son impérialisme belliqueux. Voulant s'emparer de Mactan, une île des Philippines, il s'imaginait avoir face à lui « un groupe disparate de guerriers à demi nus, qui fuiraient face au tonnerre de son artillerie, et dont les fragiles lances de bambou seraient inefficaces contre les impénétrables armures espagnoles ». (...) Magellan fut taillé en pièces au cours de la bataille. (Bergreen, *Par-delà le bord du monde*).

Si Magellan et son équipage « ne saisirent pas vraiment l'ampleur de ce qu'ils avaient accompli, ils avaient pris des notes que d'autres allaient étudier, qui élargirent la connaissance que les Européens avaient du monde. En faisant le tour du globe, ils avaient démontré que le monde était plus grand qu'on ne l'imaginait jusqu'alors. La circonférence du globe se trouvait augmentée de 7000 miles et d'une immense étendue d'eau, l'océan Pacifique. Ils avaient appris qu'hors d'Europe existait une étonnante diversité de peuples, qui pouvaient être aussi grands que les géants patagons ou aussi petits que les Pygmées des Philippines » (Bergreen, *Par-delà le bord du monde*).

Avec l'effondrement de l'Empire romain d'Occident, les Européens perdirent la connaissance des vents de mousson pour plusieurs siècles. Quand Vasco de Gama entra dans les eaux inconnues de l'océan Indien en 1497, il y trouva, comme ses prédécesseurs grecs, une tradition nautique sophistiquée dont les détenteurs ne partageaient pas volontiers leurs secrets. Mais son armement supérieur lui permit de s'emparer des connaissances dont il avait besoin, en recourant une fois encore à la méthode de l'enlèvement. Il attaqua des navires arabes, captura un pilote et força son prisonnier rétif à guider les Portugais vers le nord.

Les vents sont la principale cause des courants de surface, mais pas la seule. Il n'y a donc pas nécessairement de correspondance simple et directe entre un vent et le courant qui lui est associé. Divers facteurs – en particulier la présence de masses terrestres – peuvent dissocier leurs flux. (...) Un puissant courant jaillit du bras de mer étroit séparant la Floride des Bahamas, puis remonte vers le nord le long de la côte américaine avant de déverser dans l'Atlantique Nord des eaux dont la chaleur est ensuite portée par les vents jusque sur les côtes d'Irlande et d'Angleterre. Des marins avaient découvert, dès le début du 16<sup>e</sup> siècle au moins, comment tirer parti du Gulf Stream, mais cette connaissance était un

secret professionnel jusqu'à ce que Franklin publie sa carte près de deux siècles et demi plus tard.

Franklin publia ses informations « à l'intention des navigateurs », reconnaissant totalement sa dette envers les « baleiniers de Nantucket » qui connaissaient « extrêmement bien le Gulf Stream, son orientation, sa force et son étendue, de par leur pratique constante de la chasse à la baleine sur sa bordure, descendant de leur île presque jusqu'aux Bahamas » (*American Philosophical Society, Transactions*).

L'amplitude des marées sur la façade atlantique en Europe du Nord rendait leur connaissance indispensable aux marins partant ou rentrant au port. Ces marins de l'Atlantique, à l'aube des Temps modernes, avaient réussi à établir une corrélation entre l'heure des marées hautes et la position de la Lune, et à calculer précisément les marées pour chaque jour du calendrier lunaire. Ces marins étaient pour une bonne part illettrés. (...) En l'absence d'horloges pour indiquer l'heure où les marées étaient au plus haut, ils désignaient ce moment en fonction de la phase de la Lune et de son relèvement au compas. « Puisque l'on constatait que les grandes marées, ou marées de vives-eaux, avaient lieu les jours où la Lune est dans son plein ou quand elle est nouvelle – "à la pleine et à la nouvelle" – son relèvement à ces moments est devenu l'établissement du port (J.H. Parry). (...) Le facteur de retardement s'appliquant dans l'Atlantique nord, exprimé en minutes d'angle, « correspondait à (un écart d') un point sur le compas magnétique, ce qui était bien pratique » (Parry, *Age of Reconnaissance*).

Les documents anciens dont nous disposons, il ne faut pas l'oublier, ne se présentent pas intacts, sous leur forme originale, mais s'avèrent être des copies de copies de copies, réalisées au fil des siècles. Comme peu de scribes savaient dessiner, la plupart des illustrations figurant dans les manuscrits antiques, cartes comprises, ont disparu : seuls ont survécu les textes.

Si selon toute vraisemblance les marins phéniciens utilisaient une forme ou une autre de carte pour s'orienter durant leurs voyages en mer, il y a de cela 3000 ans, les plus anciennes cartes marines à nous être parvenues n'ont guère plus de 700 ans. La plus ancienne, la *Carte pisane (Carta pisana)*, date de 1275. Il faut attendre les alentours de 1300 pour que plusieurs exemplaires d'une carte de la Méditerranée et de la mer Noire apparaissent dans les archives. Son niveau de sophistication indique clairement qu'elle est le fruit d'une collaboration de nombreuses personnes sur plusieurs années.

Les cartes des portulans représentaient très précisément des portions de littoral, avec des distances à l'échelle, et comportaient pour l'orientation des « lignes de rhumb » permettant à un pilote de savoir sur quel relèvement mettre le cap pour une destination donnée. L'utilisation de ces cartes exigeait des marins une certaine aptitude mathématique : pour déterminer leur cap, ils devaient savoir se servir « des deux instruments qu'avaient toujours sous la main les géomètres praticiens – jusqu'alors réservés à l'architecte, au maître maçon et à l'arpenteur – à savoir la règle et le compas à pointe sèche » (Taylor, *The Haven-Finding Art*).

Dans un premier temps, ce furent les marins italiens qui cartographièrent méticuleusement les côtes de la Méditerranée et de la mer Noire. Plus tard, « des capitaines néerlandais étudièrent les côtes et les mouillages, les courants et vents dominants, les récifs et les hauts-fonds d'Europe occidentale et furent ainsi amenés à les connaître comme jamais auparavant ». Il n'est donc guère surprenant « que ce soient les Néerlandais qui réalisèrent le premier recueil systématique de cartes marines en livre » (Brown, *Story of Maps*). (...) mais les apports des marins à la cartographie rencontrèrent la résistance des cosmologues de l'élite qui, même après la découverte de nouveaux continents par-delà l'Atlantique, rechignaient toujours à remettre en question les autorités anciennes.

Les informations détaillées qui permirent la cartographie complète des terres émergées furent produites par une multitude de géomètres anonymes. Le « vaste programme de colonisation » qui accompagna la fondation de l'Empire romain suscita l'émergence de la profession d'arpenteur.

Il y a de cela 4000 ans, les marins de la mer Rouge « jouèrent sûrement un rôle important dans l'avancée des connaissances astronomiques » car leurs voyages du nord au sud « impliquaient un changement de latitude, et donc de position du soleil et des étoiles, d'au moins 20°, auxquels il faut ajouter les 5 ou 6° parcourus vers le nord par les marins égyptiens, dont on sait qu'ils ont trafiqué avec Byblos, en Syrie, à une époque déjà très reculée » (Taylor, *The Haven-Finding Art*).

On enseigne aujourd'hui aux élèves que Colomb avait appris que la Terre était ronde auprès de savants universitaires de son temps, qui eux-mêmes l'avaient lu chez Aristote et d'autres auteurs antiques. Les marins de l'époque étant prétendument moins éclairés que les savants, on raconte même que l'équipage de Colomb aurait craint de passer par-dessus le bord du monde. (...) Aristote s'appuyait (...) sur l'expérience des marins pour déduire la sphéricité de la Terre du fait que « les astres au-dessus de nos têtes subissent un grand changement, et n'apparaissent plus les mêmes à qui se déplace vers la Grande Ourse ou le sud » (Aristote, *Traité du ciel*, 2).

On peut donc douter que les marins de Colomb aient été des ignares imaginant la Terre plate. (...) Les marins n'avaient pas peur de passer par-dessus le bord d'une Terre plate, mais ils rechignaient, ce qui peut se comprendre, à se lancer dans un voyage autour d'un globe si vaste qu'ils risquaient de se trouver à court de vivres avant d'avoir atteint la moindre terre.

Ce que l'astronomie apporta de plus fondamental aux anciens navigateurs européens fut la capacité de s'orienter en pleine mer. Quand il n'y avait pas de repères côtiers, ils regardaient le Soleil et les étoiles. Durant les heures du jour, ils pouvaient s'orienter grâce au mouvement solaire d'est en ouest. La nuit ils avaient appris à reconnaître certaines constellations toujours présentes dans le ciel de l'hémisphère nord. Mettre le cap vers ces étoiles permettait d'aller au nord, les garder sur sa droite d'aller vers l'ouest, et sur sa gauche vers l'est.

Une découverte très importante permit d'estimer la distance parcourue par un navire vers le nord ou le sud en mesurant combien la disposition apparente des étoiles s'était

décalée dans le ciel depuis son départ. Il était ainsi possible de déterminer sa latitude par l'observation astronomique. (...) La méthode la plus directe pour déterminer sa latitude consiste à mesurer la distance angulaire de l'étoile Polaire avec l'horizon : plus l'angle est ouvert, plus on se trouve au nord, de façon exactement proportionnelle. D'autres étoiles, ainsi que le Soleil, peuvent être utilisées (il n'y a d'ailleurs pas d'autre solution au sud de l'équateur), mais l'observation et le calcul sont alors complexifiés par d'autres variables entrant en jeu.

En regardant les étoiles, les marins pouvaient se situer sur un axe nord-sud, mais pas sur un axe est-ouest. Pourtant, pour déterminer leur position précise lors d'un voyage transocéanique, il leur fallait connaître à la fois leur longitude et leur latitude. Les navigateurs essayaient d'évaluer les distances à l'estime – c'est-à-dire en multipliant le temps passé en mer par la vitesse moyenne du navire. Le problème était qu'il n'y avait aucune méthode fiable pour mesurer la vitesse d'un bateau en mer.

Ce fut le problème scientifique principal de l'âge des grandes découvertes : les gouvernements espagnols, français, néerlandais et britanniques mobilisèrent toutes leurs ressources dans l'espoir de sa résolution et les grandes figures de la Révolution scientifique y mirent le meilleur d'eux-mêmes. Mais, malgré la capacité intellectuelle cumulée de Galilée, Newton, William Gilbert, Christiaan Huyghens et autres Edmund Halley, ce ne fut pas un membre de l'élite scientifique mais un artisan qualifié – un horloger du nom de John Harrison – qui, au beau milieu du 18<sup>e</sup> siècle, apporta enfin la solution au problème de la longitude.

En théorie, la façon la plus directe de mesurer la longitude en mer était d'avoir à son bord une horloge précise réglée à l'heure du premier méridien. Une simple comparaison avec l'heure locale, déterminée grâce au soleil, aurait alors donné la longitude. Le nœud du problème est ici la précision : aucune horloge existante n'approchait, ne serait-ce que vaguement, une régularité suffisante pour permettre cela. Même à terre, les meilleures horloges portatives avaient tendance à avancer ou retarder de plusieurs minutes par jour. (...) Une horloge avançant ou retardant d'une minute par jour aurait produit une erreur de centaines de milles après seulement quelques jours en mer – alors que la traversée de l'Atlantique durait généralement deux mois.

« Un faiseur d'horloges » persévérant, John Harrison, (...) dans les années 1760, y parvint finalement. A vrai dire, Harrison n'était pas horloger de profession mais charpentier. Il s'était formé de façon autodidacte à l'horlogerie, qui était pour lui une occupation secondaire. Ses premiers chronomètres étaient faits dans le matériau du charpentier, en bous plutôt qu'en métal. Les prédispositions théoriques des scientifiques de l'élite, Huyghens copris, furent un handicap pour la mise au point d'horloges plus précises. « Pour commencer, ceux-ci n'étaient pas toujours prêts à accepter le fait que la température affecte les solides. (...) les artisans, moins encombrés de théorie, collaient davantage au réel. Certaines branches de l'industrie reposaient sur la connaissance empirique du fait qu'un métal chauffé se contracte en refroidissant » (Landes, *Revolution in Time*).

Savoir, à l'approche de la terre, la profondeur exacte des eaux séparant la coque de leur navire du plancher océanique était, pour eux, de la plus grande importance. Et comme

les matériaux constituant le fond marin varient grandement d'un endroit à un autre, leur identification donnait aux pilotes expérimentés des indices précieux sur l'endroit où ils se trouvaient. Ces deux types de connaissances furent acquis par les marins en pratiquant le sondage à main. (...) C'est par cette méthode que l'existence des plateaux continentaux fut découverte et que l'on mesura leurs dimensions. Quand le pilote est « sur les sondes » le plomb touche le fond, ce qui n'est plus le cas quand il se trouve plus loin au large, au-delà du talus continental. Grâce à cette pratique, les connaissances furent accumulées qui permirent de cartographier la plus grande partie de ce qui se cache sous les mers.

La matière remontée, quelle qu'elle soit – boue, vase, sable corail, algues, fragments de coquilles, graviers de diverses compositions – tendait, sur la longue durée, à rester la même en un lieu donné. Les pilotes apprenaient donc à reconnaître où ils se trouvaient grâce à ces échantillons.

5 – Du 15<sup>e</sup> au 17<sup>e</sup> siècle : par qui la révolution scientifique fut-elle faite ?

Parmi toutes les espèces de savoirs que l'Occident a données au monde, la plus précieuse est une méthode d'acquisition de connaissances nouvelles. Baptisée « méthode scientifique, elle fut l'invention d'une série de penseurs européens des environs de 1550 à 1700 (Charles Van Doren, *A History of Knowledge*).

La “série de penseurs européens” à laquelle il fait allusion regroupe Francis Bacon, Nicolas Copernic, Tycho Brahé, William Gilbert, Johannes Kepler, Galilée, René Descartes et Isaac Newton. Dans le récit traditionnel, leurs activités et leurs idées prédominent, tandis que les contributions bien plus fondamentales d'innombrables artisans et commerçants anonymes sont invariablement négligées.

Bacon est resté dans les mémoires comme le plus ardent détracteur de l'enseignement traditionnellement prodigué par les institutions élitistes de son temps. Les sciences universitaires, disait-il, « sont adorées et célébrées à la manière des statues, mais elles ne reçoivent aucun développement » tandis que « les arts mécaniques, (...) comme s'ils avaient en partage un certain souffle de vie, croissent et se perfectionnent chaque jour » (Francis Bacon, *Grande Restauration*). Il prônait par conséquent l'établissement d'une « histoire des arts », en d'autres termes d'une encyclopédie des savoir-faire artisanaux.

A la même époque, en France, René Descartes appelait lui aussi à l'étude systématique des savoirs artisanaux. Selon lui, les premiers à étudier étaient les « arts les plus mineurs », c'est-à-dire « les plus simples, ceux surtout où l'ordre règne davantage, comme sont ceux des artisans qui font de la toile et des tapis, ou ceux des femmes qui brodent ou font de la dentelle » (Descartes, *Règles pour la direction de l'esprit*).

Au 16<sup>e</sup> siècle, des « artisans mathématiciens » révolutionnèrent l'arpentage en remplaçant la mesure linéaire traditionnelle des parcelles par la méthode de la triangulation,

des calculs d'angles et l'application de principes trigonométriques. (...) La demande grandissante « d'une instruction géométrique et astronomique, nécessaire à l'usage de meilleures techniques pour la navigation, l'arpentage, l'horlogerie, la cartographie, l'artillerie et les fortifications », poussait certains techniciens à s'établir comme professeurs de mathématiques. (...) Certains de ces professeurs produisirent des manuels. Ainsi Leonard Digges « se rendit célèbre en étant l'un des premiers à écrire à l'adresse des gens du commun au sujet de la pratique de la géométrie » : son « objectif avoué était de mettre la connaissance des arts mathématiques à la portée des artisans et des maîtres artisans »

Aux alentours de 1571, William Bourne publia un manuel de navigation intitulé *A regiment for the Sea*. Répondant aux « critiques méprisantes qu'il a essuyées pour avoir empiété sur le domaine des savants », il reconnaissait « qu'il était effectivement totalement dépourvu d'instruction, et qu'il n'avait pas songé écrire pour les gens instruits mais pour les simples et les ignorants ».

Galilée et Newton, qui déclaraient avoir fabriqué leurs instruments eux-mêmes, n'y seraient pourtant pas parvenus s'ils n'avaient au préalable grandement appris auprès d'artisans compétents. C'est l'association des « plus grands scientifiques » et des « meilleurs artisans », disait David Landes, « qui nous donna finalement des chronomètres d'une précision à la mesure des étoiles et des océans : sur la fin, même, quand les scientifiques pensaient avoir fait tout ce qu'ils pouvaient, ce furent les artisans qui persévérèrent et terminèrent le travail ». Ces artisans, ajoutait-il, « possédaient une capacité de conceptualisation et des connaissances théoriques surprenantes » (David Landes, *L'heure qu'il est*).

On pense généralement aux peintres, sculpteurs et architectes de la Renaissance, comme à des représentants de la « grande culture » plutôt qu'à des travailleurs manuels pratiquant un métier pour gagner leur vie. Leurs activités sont généralement considérées comme relevant du domaine de l'histoire de l'art plus que de celle des sciences. Ces deux idées sont à revoir.

Il faut savoir que les artistes étaient issus des rangs des travailleurs manuels : « Au cours du 15<sup>e</sup> siècle, les peintres, les sculpteurs et les architectes italiens s'étaient lentement séparés des peintres chaumeurs, des tailleurs de pierres et des maçons. Comme la division du travail était encore peu poussée, les mêmes artistes travaillaient souvent dans plusieurs domaines artistiques, et souvent aussi dans l'ingénierie » (Edgar Zilsel, *The Origins of Gilbert's Scientific Method*).

Les grands architectes du Moyen Âge avaient été quasiment tous anonymes ; (...) Cet anonymat était dû en partie au préjugé des auteurs antiques et médiévaux à l'encontre du travail manuel. Ils assignaient à l'architecture une place subalterne dans les réalisations humaines, et la considéraient comme une profession ne convenant pas à un homme éduqué. Cicéron déclarait qu'il s'agissait d'un art manuel au même titre que l'agriculture, la confection vestimentaire ou la ferronnerie » (Ross King, *Brunelleschi's Dome*).

Léonard de Vinci est aujourd'hui salué comme l'exemple même du génie universel maîtrisant toutes sortes de savoirs et s'illustrant par des réalisations dans les beaux-arts et



les sciences à un niveau inégalé avant ou après lui. Assez ironiquement, pourtant, à son époque il ne jouissait pas du plein prestige d'homme instruit, car il n'avait pas reçu d'éducation classique et n'écrivait pas en latin. Son originalité, écrivait un éminent historien des sciences, « venait en partie de son ignorance et de son absence d'inhibition universitaire » (George Sarton, *Six Wings*).

Léonard vitupérait « certains présomptueux » qui le disaient ignorant (« Ils me méprisent, moi inventeur, (...) du fait que je ne suis pas un lettré »), sur le compte desquels il écrivait : « Si comme eux, je n'allègue pas les auteurs, c'est chose bien plus grande et plus rare d'alléguer l'expérience, maîtresse de leurs maîtres. Ils vont, gonflés et pompeux, vêtus et parés non de leurs travaux mais de ceux d'autrui » (Leonard de Vinci, *Les Carnets*, vol 1).

Sandro Botticelli, Lorenzo Ghiberti, Filippo Brunelleschi, Paolo Uccello, Andrea Verrocchio et Léonard de Vinci font partie du grand nombre d'artistes réputés qui firent leur apprentissage dans l'orfèvrerie. « Les ateliers de la plupart des orfèvres se trouvaient à Santa Croce, le plus bas quartier de Florence, une zone marécageuse et inondable sur la rive nord de l'Arno. C'était le quartier des ouvriers, qui abritait les teinturiers, les cardeurs et les prostituées, qui tous vivaient et travaillaient au milieu d'un enchevêtrement de maisons de bois délabrées » (King, *Brunelleschi's Dome*).

Comme dans tous les domaines de l'activité humaine, les vies de quelques peintres, sculpteurs et architectes célèbres sont l'objet d'une bibliographie relativement correcte, tandis que celles de milliers de leurs confrères anonymes restent parfaitement inconnues. Pourtant les artistes-artisans de la Renaissance avaient tendance à travailler collectivement. De nombreuses œuvres ne peuvent être attribuées à une seule personne mais relèvent plutôt de telle ou telle « école » d'art. Même celles que l'on attribue à un individu célèbre combinent souvent le travail de plusieurs personnes.

La question est la même pour l'invention de la perspective mathématique par les artistes de la Renaissance. C'est leur détermination collective à représenter la nature de façon réaliste qui en faisait les plus grands chercheurs de connaissances naturelles. (...) Au 15<sup>e</sup> siècle (...), les artistes cherchaient activement à transposer sur des surfaces planes, en deux dimensions, les objets tridimensionnels de l'espace physique. Ce faisant, ils mirent au point une mathématique de la perspective.

Parmi les Italiens, Filippo Brunelleschi « est réputé avoir été le premier à étudier la perspective de façon systématique » ; Leon Battista Alberti, Paolo Uccello et Piero della Francesca écrivirent des traités sur le sujet qui furent largement commentés ; et l'on attribua à Léonard de Vinci le mérite d'avoir « porté ces idées à leur point culminant ». Albrecht Dürer est représentatif de nombreux artistes nordiques qui participèrent – pour la plupart, précisons-le, indépendamment des Florentins – à la création de la perspective mathématique. (Sarton, *Six Wings*). Il serait plus judicieux d'étudier directement l'œuvre collective des milliers de peintres, sculpteurs et architectes restés anonymes, mais les seules archives à notre disposition sont celles que laissèrent leurs plus illustres confrères.

« Ce furent en réalité les peintres, à commencer par Pollaiuolo, et non les médecins », qui firent progresser la science anatomique en disséquant des corps humains

« dans un but exploratoire plus que démonstratif » (Alexandre Koyré, *Metaphysics and Measurement*). Michel-Ange suivait cette tradition établie par les précédentes générations d'artistes et « pour s'y rendre entièrement parfait, il fit des études anatomiques en nombre infini, écorchant des corps pour étudier la composition et la jointure des os, des muscles, des veines, des nerfs, ainsi que les mouvements divers et toutes les postures du corps humain » (Vasari, *Vies des artistes*).

La publication en 1543 du chef-d'œuvre anatomique d'André Vésale, *La fabrique du corps humain (De humani corporis fabrica)*, est souvent citée comme l'un des moments décisifs de la Révolution scientifique. Son impact venait moins du texte latin de Vésale que des remarquables illustrations anatomiques réalisées par un certain nombre de dessinateurs anonymes que l'on suppose avoir fait partie de l'atelier de Titien.

Si la plupart du temps le récit de la révolution scientifique ressasse une version ou une autre de l'histoire des « grands penseurs », certains récits dénotent parfois. Il y a de cela plus d'un siècle, l'historien Edgar Zilsel présenta une autre interprétation : « La méthode expérimentale ne descend pas, et ne pouvait pas descendre, des conceptions métaphysiques des philosophes de la nature. Il nous faut chercher ailleurs, à un autre échelon social, pour lui trouver des antécédents directs » (Zilsel, *Origins of Gilbert's Scientific Method*).

La critique de Zilsel, comme on peut s'en douter, suscita une vive opposition. (...) Une « contre-révolution des puristes » se rangea derrière la bannière d'Alexandre Koyré, dont les conceptions étaient « en vogue au point de constituer l'orthodoxie (...) chez les historiens des sciences, en particulier en Amérique » (White, *Pumps and Pendula*).

Après la mort de Zilsel, il n'y avait initialement aucun historien pour reprendre le flambeau et poursuivre son analyse novatrice de la Révolution scientifique là où elle avait été interrompue. (...) Peu après sa mort, la Guerre froide débutait et induisait dans les milieux universitaires une réserve politique face à toute idée susceptible d'être associée au marxisme. (...) Ce n'est qu'une fois la chasse aux sorcières maccarthyste terminée que l'écho des idées de Zilsel put se faire entendre de nouveau.

« L'œuvre fondatrice de Zilsel, notent ses éditeurs et biographes, est plus aisée à apprécier aujourd'hui qu'en son temps. Les historiens, sociologues et philosophes des sciences ont largement montré l'influence de l'expérimentation, de l'intervention et de l'instrumentation, en un mot de la pratique, dans la formation du savoir scientifique » (Diederick Raven et Wolfgang Krohn, *Edgar Zilsel*).

Sa thèse ne glorifiait pas les artisans au détriment des savants (...) mais jamais il n'aurait souscrit à l'idée que les artisans n'étaient que des rouages passifs. (...) Selon lui, les sciences modernes apparurent en Europe, à l'aube des temps modernes, à la croisée des artisans et des intellectuels de l'élite. Ces deux composantes furent déterminantes dans le processus. Le rôle des savants sera bien évidemment l'objet d'une moindre attention dans le présent ouvrage, puisqu'il a traditionnellement été le matériau principal de l'histoire des sciences : une histoire populaire des sciences se doit de braquer les lumières, une fois n'est pas coutume, sur les artisans habituellement oubliés.

Finalement », « les barrières sociales qui séparaient ces deux composantes de la méthode scientifique tombèrent, et la méthodologie des artisans qualifiés fut adoptée par des savants de formation universitaire ». C'est ce moment-là qui marque « la naissance des sciences véritables » (Edgar Zilsel, *The sociological Roots of Science*). Ces dernières années, la thèse de Zilsel a été défendue avec brio, et affinée, par Pamela Smith. Ses recherches ont renforcé la vision d'une Révolution scientifique comme révolution intellectuelle par en bas » au cours de laquelle les artisans « posèrent les fondements d'une nouvelle épistémologie, une nouvelle *scientia* se fondant sur la nature ».

Galilée n'avait pas eu besoin des écrits de Bacon pour comprendre que la fréquentation des artisans pourrait lui être grandement bénéfique. Dans son œuvre la plus marquante, le Discours concernant deux sciences nouvelles, il précisait au sujet de la fabrique d'armes de Venise : « Quel champ large de réflexion me paraît ouvrir aux esprits spéculatifs la fréquentation assidue de votre fameux arsenal, (...) particulièrement le quartier des « travaux mécaniques ». Toutes sortes d'instruments et de machines y sont en effet constamment mis en œuvre par un grand nombre d'artisans dont certains, tant par les observations que leurs prédécesseurs leur ont léguées que par celles qu'ils font sans cesse eux-mêmes, allient nécessairement la plus grande habileté au jugement le plus pénétrant » (Galilée, *Discours concernant deux sciences nouvelles*).

« je savais déjà, sur la foi des récits de plusieurs canonniers, que parmi tous les tirs (...) accomplis avec une pièce d'artillerie ou un mortier, le plus grand, c'est-à-dire celui qui projette le boulet le plus loin, est obtenu pour l'élévation de 45 degrés ». Si l'analyse mathématique de la question par Galilée fut une contribution originale et précieuse, elle n'apprenait rien aux travailleurs de l'arsenal qu'ils n'aient déjà su empiriquement, et cela ne modifia guère les pratiques dans l'artillerie (A. Rupert Hall, *Gunnery, Science and the Royal Society*).

Avec l'avènement de l'imprimerie, « le monde du savoir, jusqu'alors chasse gardée d'une infime élite privilégiée, fut soudain bien davantage accessible à l'homme ordinaire » (Price, *Science Since Babylon*). La réunion des artisans et des universitaires, que Zilsel avait identifiée comme la clé de l'émergence des sciences modernes, s'en trouva grandement accélérée.

« L'identité du grand mécanicien qui inventa l'imprimerie reste enveloppée d'un impénétrable mystère. (...) On ne peut certifier que son nom fut Gutenberg, Fust, Schöffer, Koster ou un autre » (Parsons, *Engineers and Engineering in the Renaissance*). On en attribue souvent la paternité au seul Gutenberg, mais ne vaudrait-il pas mieux reconnaître là une œuvre collective ? L'essor rapide de l'imprimerie donna également naissance à une constellation de métiers associés, ceux qu'exerçaient « les imprimeurs, les fondeurs de caractères, les graveurs sur cuivre, les compositeurs, les tailleurs en bois, les correcteurs, les libraires et même certains colporteurs ». Mais surtout, on peut considérer que cela créa une *culture nouvelle* qui « rassemblait savants, artisans, marchands et humanistes autour d'activités communes » (Eamon, *Science and the Secrets of nature*). Les salles de presse des premières imprimeries, où les correcteurs, auteurs et auteurs-correcteurs échangeaient leurs idées et critiquaient les travaux des uns et des autres, devinrent au 16<sup>e</sup> siècle des lieux

de création intellectuelle – scientifique ou autre – bien plus importants que les universités moribondes.

L'édition de livres scientifiques pour l'« homme ordinaire » devenant chose courante, « une tradition scientifique émergea parallèlement à celle des sciences universitaires ». « C'est dans une large mesure l'acceptation par les imprimeurs des risques associés à la compétition et des incertitudes du marché du livre vernaculaire qui permit à la « vulgarisation scientifique » de devenir une réalité au 16<sup>e</sup> siècle. Le profil social de cette nouvelle catégorie professionnelle recouvrait « la diversité de la petite bourgeoisie de la Renaissance ». (...) Cela engendra un « foisonnement de manuels pratiques et de traités techniques » tirés à des dizaines de milliers d'exemplaires.

Ryff, apothicaire de formation, devint « de loin le plus prolifique et le plus connu des auteurs scientifiques d'Allemagne ». Bien que ne faisant pas partie de l'élite savante, il savait lire le latin et traduisait en allemand les œuvres scientifiques classiques. (...) les livres de Ryff « jouèrent un rôle crucial dans la diffusion du savoir scientifique auprès de la population allemande », mais furent dénoncés comme de la « vulgarisation » par les universitaires installés (Eamon, *Science and the Secrets of nature*).

Bernard Palissy est, selon l'estimation de George Sarton, l'une des deux grandes figures de la géologie à la Renaissance. « Après Léonard (de Vinci), ajoutait-il, il est l'exemple le plus représentatif de l'homme de science non universitaire, qui ne trouva pas la connaissance dans les livres mais au cœur même de la nature » (Sarton, *Six Wings*). (...) Palissy naquit dans une famille paysanne française vers 1510. Jeune homme, il devint l'apprenti d'un maître vitrier et se lança dans la fabrication de vitraux. En 1539, il avait changé de profession et exerçait le métier d'arpenteur. C'est à peu près à cette époque qu'une tasse de porcelaine lui donna l'obsession de trouver comment fabriquer des objets en céramique fine. Partant d'une connaissance de la poterie à peu près nulle, il expérimenta avec diverses matières jusqu'à parvenir, seize ans plus tard, à la maîtrise de cet artisanat et se voir reconnu comme l'un des plus grands céramistes de la Renaissance.

Les expérimentations de Palissy au cours de sa recherche de l'« émail parfait » lui donnèrent un savoir chimique empirique très étendu : « il avait testé quelques 300 mélanges, combinant des terres et des sables divers avec de l'étain, du plomb, du fer, de l'acier, de l'antimoine, du sulfate de cuivre, des cendres de tartre, de la litharge, de la pierre du Périgord (manganèse), etc. (...) Il connaissait l'existence d'une multitude de sels, et savait que ceux dilués en solution étaient forts différents de ceux sous forme solide » (Sarton, *Six Wings*).

Son deuxième ouvrage, les Discours admirables (1580), était encore plus impressionnant par la variété des sujets scientifiques traités : « philosophie, géologie, paléontologie, botanique, zoologie, ingénierie, hydrologie, chimie, physique, médecine, alchimie, métallurgie, agriculture, minéralogie, embaumement, toxicologie, météorologie et céramique » (Aurèle La Roque, Introduction dans *Bernard Palissy*).

Sa défiance ouverte envers les autorités scientifiques établies de son temps surpassait d'ailleurs peut-être l'ampleur de ses connaissances. « Je sais bien », écrivait-il,

« que certains se moqueront, en disant qu'il est impossible qu'un homme destitué (ignorant) de la langue latine puisse avoir l'intelligence des choses naturelles ; et diront que c'est à moi une grande témérité d'écrire contre l'opinion de tant de philosophes fameux et anciens, lesquels ont écrit des effets naturels. (...) Je sais aussi que d'autres jugeront selon l'extérieur, disant que je ne suis qu'un pauvre artisan ; et par tels propose voudront faire trouver mauvais mes écrits » (Sarton, *Six Wings*).

Ce n'est cependant pas son hétérodoxie scientifique qui coûta la vie à Palissy, mais sa religion. Huguenot, il se trouvait du mauvais côté quand la guerre civile éclata en France en 1588. Il fut emprisonné à la Bastille et y mourut en 1590. (...° mais sa carrière illustre cette vitalité scientifique de l'artisanat qui allait faire si forte impression sur Francis Bacon une génération plus tard.

En 1784, John Berkenhout pouvait encore déclarer : « Un millier de faits indiscutables m'inclinent à penser que les pratiques médicales aujourd'hui établies en Angleterre sont infiniment destructrices des vies des sujets de Sa Majesté. Je préfère les pratiques des bonnes femmes, car elles ne s'amuse pas avec des instruments coupants ; et ne sont pas coutumières des puissants remèdes de la *materia medica* » (John Berkenhout, *Symptomatology*, citation dans Portet, *Greatet Benefit to Mankind*).

Les abondantes saignées (phlébotomies) et les fortes doses purgatives de calomel (chlorure mercureux) étaient centrales dans l'arsenal thérapeutique orthodoxe jusque tard dans le 19<sup>e</sup> siècle (les médecins prescrivaient des saignées par phlébotomie ou par application de sangsues ; les actes eux-mêmes étaient exécutés par des barbiers ou barbiers-chirurgiens). Pourtant, malgré la douleur et l'extrême inconfort de ces traitements de choc infligés aux patients, leur capacité à guérir ou soigner restait quasi nulle. (...) Il n'est donc guère étonnant que les malades, toutes classes sociales confondues, aient souvent préféré aller consulter les « bonnes femmes », dont les herbes et remèdes étaient plus doux.

Au 16<sup>e</sup> siècle, en France, les pratiques chirurgicales orthodoxes étaient dictées par les savants de la confrérie de Saint-Côme. Le traitement habituel pour les plaies était la cautérisation, qui se pratiquait en appliquant sur la chair un fer chauffé au rouge. Pour les blessures par arquebuse, une variante non moins douloureuse était utilisée : de l'huile bouillante. La théorie justifiant ces mesures drastiques reposait sur l'idée, erronée, qu'il fallait en passer par là pour extraire le « poison » et empêcher la putréfaction des chairs autour de la blessure. Par un heureux hasard, un chirurgien militaire, Ambroise Paré, invalida cette théorie).

Paré, né en 1510, était fils de barbier-chirurgien et avait été formé au métier par apprentissage. Ses prouesses de chirurgien militaire lui valurent les faveurs royales, et en 1552 il fut nommé chirurgien d'Henri 2. Quelques années plus tard, « l'élite chirurgicale de la confrérie de Saint-Côme fut obligée d'accepter en son sein ce barbier ne connaissant même pas le latin » (Ackerknecht, *Short History of Medicine*). (...) S'il est assez difficile d'imaginer la douleur ressentie en se faisant amputer un membre sans anesthésie, imaginez que s'en suive l'application d'un fer chauffé au rouge ! Paré réussit à démontrer qu'on pouvait se passer de cette dernière étape en ligaturant bien les vaisseaux sanguins (ligature vasculaire).

Une autre innovation chirurgicale notable du 16<sup>e</sup> siècle fut le fait d'un praticien suisse situé encore plus que Paré dans l'échelle sociale. Jacob Nufer, qui devait son habileté au scalpel aux castrations d'animaux de ferme qu'il effectuait pour gagner sa vie, réalisa aux alentours de 1500 la première césarienne connue sur une femme vivante. (...) Si l'exploit de Nufer ne fut pas souvent réitéré – cela nécessitait une sacrée chance avant que l'antisepsie ne devienne monnaie courante au 20<sup>e</sup> siècle – cela constituait une remarquable démonstration de ce qu'un chirurgien pouvait espérer accomplir dans des circonstances idéales.

« Le demi-siècle après 1880 fut marqué par la capacité des médecins à diagnostiquer scientifiquement les maladies tout en restant impuissants à les guérir. » Les prétentions scientifiques des médecins orthodoxes, doublées de leur incapacité à guérir les patients, « engendraient des contestations » : un retour de bâton populiste et antiélitiste » (Porter, *Greatest Benefit to Mankind*).

A la fin du 19<sup>e</sup> siècle, puis au 20<sup>e</sup> siècle, l'homéopathie connut une vaste popularité dans toute l'Europe et aux Etats-Unis. « Les classes moyennes et supérieures se tournaient en nombre vers cette médecine douce, qui leur offrait un répit par rapport aux purgatifs violents, aux composés minéraux toxiques et aux saignées draconiennes de l'orthodoxie médicale » (Roberta Bivins, *The Body in Balance*).

Si la « médecine scientifique » abandonnait finalement les interventions lourdes et nuisibles qui avaient longtemps été sa spécialité, ce n'était pas du fait d'avancées scientifiques, mais en raison de la concurrence des mouvements thérapeutiques alternatifs.

En ce qui concerne le télescope, il est impossible d'identifier avec certitude un inventeur en particulier, « car l'idée semble avoir germé dans plusieurs têtes à la fois ». Un candidat sérieux, toutefois, reste Hans Lippershey, « un obscur lunetier de Middelbourg en Zélande », que Christiaan Huygens, le plus connu des scientifiques hollandais, présentait assez peu charitablement comme un « mécanicien illettré » (Christianson, *On Tycho's Island*).

L'importance scientifique du microscope fut plus longue à être perçue. Les premiers microscopes ne permettaient qu'un grossissement limité, et ils constituaient davantage des curiosités que des outils producteurs de connaissances nouvelles de la nature d'une quelconque importance. Comme dans le cas du télescope, des scientifiques de l'élite cherchèrent à améliorer le microscope pour en faire un instrument qui leur soit utile, mais dans l'ensemble, ils n'y parvinrent pas.

Cependant, dans la deuxième moitié du 17<sup>e</sup> siècle, aux Pays-Bas, un drapier-mercier qui avait commencé par se servir de lentilles grossissantes pour examiner les fils de ses étoffes en vint à faire de la microscopie une grande entreprise scientifique. Ce marchand, Antoine Van Leeuwenhoek « n'était ni philosophe, ni homme de médecine, ni même gentilhomme. (...) Il n'était pas allé à l'université, ne connaissait pas le latin, le français ou l'anglais, et guère de philosophie ou d'histoire naturelle qui ne soit d'intérêt » (Steven Shapin, *A Social History of Truth*). Il est remarquable que ce « commerçant ordinaire – autodidacte », ait réalisé l'une des plus importantes avancées de la Révolution scientifique.

Une estimation raisonnable de sa contribution concluait qu'il fut « le tout premier homme à voir des protozoaires et des bactéries vivants sous une lentille, et qu'en décrivant et interprétant correctement ses observations, il donna jour aux disciplines modernes de la protozoologie et de la bactériologie » (Steven Shapin, *A Social History of Truth*).

Des savants, des hommes d'Etat et même des monarques se rendaient à Delft pour regarder au travers de ses lentilles. (...) Les prouesses de Van Leeuwenhoek sont d'autant plus remarquables qu'il n'utilisait pas réellement ce que nous appelons un microscope (un instrument combinant plusieurs lentilles), mais une lentille à très fort grossissement. L'invention du microscope, qui lui est antérieure de plusieurs décennies, « n'a aucun lien avec ses travaux ou ses découvertes ».

La littérature canonique (...) fait de Robert Boyle (...) celui d'avoir été le premier chimiste moderne – c'est-à-dire la première personne à faire de la chimie scientifique et non de l'alchimie. En tant que figure emblématique des sciences modernes, Boyle est traditionnellement présenté d'une façon idéalisée, qui camoufle les contributions non négligeables d'un très grand nombre d'autres personnes.

Boyle se voua corps et âme au projet baconien d'acquisition du savoir scientifique des artisans. « J'avoue volontiers, écrivait-il, que j'ai appris davantage sur les sortes de pierres, sur ce qui les différencie, et par conséquent sur leur nature, en conversant avec deux ou trois maçons et t'ailleurs de pierres que je n'en ai jamais appris de Pline ou d'Aristote et de ses commentateurs. » Celui qui « dédaigne avoir conversation avec des gens modestes, ajoutait Boyle, ne mérite pas la connaissance de la nature » car c'est « bien souvent de ceux qui n'ont ni beau langage ni beaux habits » que « le naturaliste peut obtenir des informations pouvant être fort utiles à ses desseins ».

Le plus révélateur – car cela concerne la fameuse proposition scientifique à laquelle est attaché son nom – est qu'il est fort probable que « la loi de Boyle (sur la proportionnalité inverse de la pression et du volume des gaz), sous sa forme historique, soit principalement le fruit du travail intellectuel de ses assistants. (...) Il est quasiment certain que ce document fut rédigé par l'assistant qu'il employait alors, (Denis) Papin ». Qui plus est, « (Robert) Hooke, qui était alors à son service, influa beaucoup sur la façon dont la loi fut présentée dans le texte de Boyle » (Shapin, *A Social History of Truth*).

6 – Du 16<sup>e</sup> au 18<sup>e</sup> siècle : à qui profita la révolution scientifique ?

Initialement, les artisans s'étaient trouvés, avec leurs savoirs et leurs méthodes, à l'avant-garde de la Révolution scientifique, mais au bout du compte ils ne furent ni maîtres ni bénéficiaires des nouvelles sciences. Dans la seconde moitié du 17<sup>e</sup> siècle, une nouvelle élite scientifique composée de gentilshommes, qui trouvaient leurs idéaux et leur inspiration chez Bacon, Boyle et Galilée, occupa le devant de la scène en exploitant les connaissances artisanales dans lesquelles ils avaient puisé. Cette nouvelle élite avait installé ses avant-postes de Naples à Stockholm et de Londres à Saint-Pétersbourg, et dominait au Siècle des lumières toute l'Europe.

S'il y eut bien entendu des exceptions individuelles, la plupart des artisans et des ouvriers, après avoir révolutionné les sciences, virent leur situation se dégrader. Les secrets de leurs métiers devenus publics et leurs savoir-faire intégrés au système industriel, ils perdirent leur indépendance économique. Les plus chanceux trouvèrent un emploi dans la nouvelle économie en étant salariés, et se virent « déqualifiés » par le travail à la chaîne et les tâches interchangeables, tandis que les autres furent mis au rebut comme de vulgaires déchets humains.

La révolution scientifique entraîna un « changement de régime ». Alors que la science officielle et savante avait été sous la coupe des érudits des universités catholiques, les nouvelles sciences allaient quant à elles être dominées par l'élite marchande laïque. La Réforme protestante et la découverte des Amériques jouèrent pour beaucoup dans l'effritement de l'autorité intellectuelle des scolastiques. Cette relève de l'esprit scientifique est surtout l'indice – la conséquence – d'une société européenne aristocratique se recomposant selon les termes d'un régime capitaliste.

Si l'essor du capitalisme est un processus s'étalant sur plusieurs siècles, l'ancienne élite scientifique fut supplantée en l'espace d'une génération – les quatre décennies comprises entre 1680 et 1720. (...) Le processus d'institutionnalisation par lequel les sciences se professionnalisaient dans le monde occidental avait également pour conséquence (comme Bacon l'avait souhaité) leur parfaite complémentarité idéologique avec le pouvoir politique en vue de la stabilité sociale.

La Royal Society fut créée en plein conflit idéologique sur la finalité des sciences – durant les guerres civiles des années 1640 et 1650 – la grande révolution sociale qui voulait « mettre le monde à l'envers ». Les fondateurs de l'organisation étaient des gens aisés qui soutenaient la révolution contre l'absolutisme monarchique sans souhaiter que les choses aillent plus loin.

D'autres personnes, nombreuses, espéraient toutefois davantage de « nivellement » entre riches et pauvres. Dans « l'absence de contrôle » de l'Angleterre des années 1650 : « Les niveleurs réclamaient le suffrage universel masculin et la suppression de la qualité de propriétaire pour voter. Les indépendants contestaient l'idée même d'une Eglise d'Etat et les impôts perçus pour l'entretenir. Les « chercheurs » affirmaient la capacité de chaque personne, homme ou femme, à trouver sa propre voie vers Dieu. Les divagateurs appelaient à la liberté d'expression absolue. Les trembleurs (quakers) exaltaient la lumière divine en chacun qui rend tous les gens égaux, et contestaient donc toute forme de hiérarchie. Les plus radicaux de tous étaient peut-être les bêcheux, dont le chef, Gerrard Winstanley (v. 1609 – après 1660), affirmant que Dieu et la nature ne faisaient qu'un, prirent fait et cause pour une redistribution des terres qui permettrait de les travailler collectivement pour le bien commun. Non seulement ces sectes diverses prêchaient, mais elles pratiquaient ce qu'elles prêchaient » (James Jacob, *The Scientific Revolution*).

« Winstanley souhaitait que la science, la philosophie et la politique fussent enseignées dans chaque paroisse par un non-spécialiste élu. (...) Lui et les savants radicaux voulaient que la science fût appliquée aux problèmes de la vie humaine ». Il prônait



« l'éducation pour tous, sans distinction de classe ou de sexe, associée à un travail manuel pour s'assurer qu'il ne se créerait pas une classe d'érudits oisifs » (Hill, *Le Monde à l'envers*).

En 1660, la Révolution anglaise était terminée. La monarchie héréditaire avait été restaurée, les radicaux battus et des mesures irréversibles prises en vue de l'établissement d'une économie de marché. (...) la restauration de la monarchie garantissait également que les universités allaient « survivre sous une forme presque inchangée, une fois apaisé le bouillonnement des idées scientifiques qui les avaient agitées pendant la période révolutionnaire. (...) Elles continuèrent aussi à mettre l'accent sur l'enseignement classique, alors que le latin avait cessé tout à la fois d'être la source principale du savoir scientifique et la langue internationale de l'érudition » (Hill, *Le Monde à l'envers*).

Les radicaux furent ainsi exclus de la Royal Society et l'organisation des sciences comme profession fut infléchie à dessein pour s'intégrer parfaitement à la nouvelle société civile qui s'inventait en Angleterre. Comme l'expliquait le grand historien de la Révolution anglaise : « La Société voulait que les sciences soient désormais apolitiques – ce qui à l'époque, comme aujourd'hui, signifiait conservatrices » (Christopher Hill, *Science and Magic*).

La carrière politique de Bacon le hissa aux plus hautes instances étatiques. En 1612, il était l'un des plus importants conseillers du roi Jacques 1<sup>er</sup>. (...) Après la révolte d'Enslow Hill en 1596, Bacon, assimilant la contestation des *enclosures* à un acte de haute trahison, soumit le charpentier Bartholomew Steere à « deux mois d'interrogatoires et de tortures à la prison de Bridewell à Londres ». Une autre fois, à l'occasion d'une enquête sur des supposés hérétiques anabaptistes, il infligea le supplice du chevalet à un maître d'école, Samuel Peacock « jusqu'à ce qu'il perde connaissance » (Linebaugh et Rediker, *L'Hydre aux mille têtes*).

Enjoindre les savants à apprendre auprès des artisans relève moins chez Bacon d'un bienveillant projet de partage des connaissances que d'un accaparement réfléchi des savoirs des classes laborieuses dans l'intérêt de la classe dirigeante.

Le statut des femmes à l' »époque de la révolution scientifique apparaît (...) crûment (...) dans l'hystérie des chasses aux sorcières qui submergea l'Europe à la même époque. Les sciences nouvelles, tout comme la persécution des sorcières, constituaient une réaction à la crise sociale généralisée – qui s'était aggravée dans toute l'Europe au siècle précédent. « Dans les années 1630, la décennie durant laquelle Galilée publia son *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, on brûla plus de sorcières à travers l'Europe que jamais auparavant (Trevor-Roper, *European Witch-Craze*).

Une idéologie élaborée – la nouvelle « science » de la démonologie – fut distillée par d'éminents intellectuels de l'élite. (...) Jacques 1<sup>er</sup> d'Angleterre (...° s'imaginait érudit. Son savant traité *Dæmonologie* fut l'une de ces nombreuses « encyclopédies de la sorcellerie » qui soutenaient : « que toutes les affirmations grotesques de la démonologie étaient véridiques, que le scepticisme devait être muselé, que les sceptiques et les avocats défendant les sorcières étaient eux-mêmes des sorciers, que toutes les sorcières, « bonnes » ou « mauvaises », devaient être brûlées, qu'aucune excuse ni aucune circonstance

atténuante n'était admissible, que la simple dénonciation par une sorcière était une preuve suffisante pour en brûler une autre » (Trevor-Roper, *European Witch-Craze*).

Les études statistiques laissent penser que sur un total d'environ 100 000 personnes jugées pour sorcellerie dans divers pays d'Europe, environ 83% étaient des femmes (Merchant, *The Death of nature*). Le *Marteau des sorcières* (*Malleus maleficarum*) était le manifeste de ce mouvement, un véritable « manuel de misogynie ». Il fut publié en 1486 par deux prêtres dominicains, Heinrich Kramer et Jacques Sprenger, nommés spécialement par le pape Innocent 8 pour combattre la sorcellerie. Selon eux, la plupart des sorcières étaient des femmes, c'était pour la raison qu'elles étaient mentalement inférieures aux hommes, mais aussi et surtout qu'elles avaient un appétit sexuel débordant : « Toutes ces choses (de sorcellerie) proviennent de la passion charnelle, qui est (chez les femmes) insatiable. (...) D'où, pour satisfaire leur passion, elles "folâtrent" avec les démons » (Kramer et Sprenger, *Le Marteau des Sorcières*).

Au milieu du 17<sup>e</sup> siècle, les chasses aux sorcières atteignirent un tel degré de frénésie que les inquisiteurs pouvaient aussi bien lancer des accusations contre des campagnardes sans défense que contre des membres des élites ecclésiastique et temporelle. Toute personne, quelle que soit son rang social, qui exprimait de la tolérance ou du scepticisme vis-à-vis de la sorcellerie pouvait se retrouver à son tour menacée. Quand des personnes de haut rang furent sérieusement inquiétées, l'hystérie retomba.

Dans les années 1660, alors que la chasse aux sorcières avait cessé d'être un phénomène social majeur en Europe et commençait à rapidement s'essouffler, des personnalités influentes de la nouvelle élite scientifique tentèrent de lui donner un second souffle. En Angleterre, certains des plus éminents représentant de la Royal Society, dont Robert Boyle, Joseph Glanvill et Henry More, s'associèrent à la réaction, en faveur de la croyance aux sorcières.

Les chasses aux sorcières eurent pour effet secondaire, et néanmoins notable, de venir au secours des médecins de l'élite dans leur âpre rivalité avec les guérisseuses traditionnelles. En effet, « de tout temps, notait Francis Bacon, les sorciers, les vieilles femmes et les imposteurs ont été en concurrence avec les médecins ». Si Bacon penchait clairement vers ces derniers, il reconnaissait de manière révélatrice que « les médecins empiriques et les vieilles femmes sont plus heureux dans les traitements qu'ils administrent que les savants docteurs » (Francis Bacon, *Du progrès et de la promotion des savoirs*).

La fréquence des découvertes simultanées nous prouve que les idées scientifiques ne sont pas des agents historiques autonomes. Les exemples abondent, mais les deux plus connus sont les inventions parallèles de Newton et Leibniz dans le domaine des mathématiques, et les formulations indépendantes par Darwin et Wallace de l'idée d'évolution biologique par sélection naturelle. Dans les deux cas, la grande idée était « dans l'air du temps », elle avait des antécédents et n'attendait plus que d'être enfin reconnue. Si tel individu n'avait pas agencé la dernière pièce du puzzle, un autre n'aurait guère tardé à le faire à sa place.

Margaret Jacob a suggéré, de façon convaincante, que si le newtonisme devint le paradigme scientifique dominant dans l'Angleterre de la fin du 17<sup>e</sup> siècle, ce n'était pas tant par sa véracité que parce qu'il se coulait parfaitement dans l'idéologie de la classe sociale sortie victorieuse du long conflit révolutionnaire qui avait éclaté dans les années 1640 pour se conclure par la Glorieuse Révolution de 1688. Le newtonisme portait un coup fatal à la « vogue paracelsienne » qui avait atteint l'Angleterre durant les années de la révolution. Les paracelsiens soutenaient une conception vitaliste de la nature, selon laquelle toutes les - créatures participaient également au vivant. De ces prémisses découlaient l'égalité et la fraternité fondamentale de toute l'humanité, ce qui remettait en cause les arguments traditionnels en faveur de l'inégalité sociale.

Si le newtonisme – tout autant sa physique que son idéologie – s'exportait par de multiples canaux, c'est la promotion qu'en fit Voltaire qui contribua sans doute le plus à en faire un pilier de la pensée des Lumières. A la fin du 18<sup>e</sup> siècle, Pierre Simon Laplace était considéré comme le « successeur de Newton », et Paris avait depuis longtemps pris la place de Londres comme centre international des sciences d'élite.

La France connaissait alors sa propre révolution sociale. Comme lors de la Révolution anglaise, l'opposition entre savants élitistes et plébéiens s'exacerba jusqu'au conflit ouvert. La principale institution scientifique d'élite en France, l'Académie royale des sciences, fut supprimée. Pourtant, une fois le calme revenu, la pratique scientifique se retrouva plus que jamais dominée par une élite professionnelle.

La suppression des guildes, des corporations et des monopoles royaux (dont celui de l'Académie des sciences) parvint à « ouvrir des carrières aux talents », permettant aux sciences de bénéficier des ressources humaines d'un vivier social considérablement plus large que sous l'Ancien Régime. A cet égard, il faut noter en particulier que l'ancienne mainmise universitaire sur les sciences médicales vola en éclats. La suppression du système de castes séparant médecins, chirurgiens et pharmaciens donna à la profession médicale une forme nouvelle et meilleure (Biot, *Essai sur l'histoire générale des sciences pendant la Révolution française* ; Donald M. Vess, *Medical revolution in France*).

Mais la démocratisation engendrée par ces changements fut toutefois rapidement contrebalancée par une spécialisation accrue des sciences : « Au 18<sup>e</sup> siècle, l'ère des généralistes était révolue » (James McClellan, *Science reorganized*). La pratique scientifique étant toujours davantage réservée aux spécialistes, la possibilité que des artisans ou autres personnes extérieures y contribuent de façon notable s'amenuisait grandement. C'est ainsi que l'hégémonie professionnelle qui caractérise aujourd'hui les sciences se mit en place. (...) Bien qu'elle soit souvent présentée comme une conséquence de la Révolution, il serait plus juste d'attribuer cette transformation à la réaction thermidorienne, la vague conservatrice qui suivit la chute de Robespierre, le 27 juillet 1794, et qui, submergeant la Révolution, y mit un terme.

En France, l'institutionnalisation des sciences suivit une autre voie qu'en Italie ou en Angleterre. (...) L'Académie royale des sciences de Paris fut dès sa création un « organisme gouvernementale » qui constitua « un nouvel ordre de scientifiques professionnels ». Fondée en 1666 par Jean-Baptiste Colbert, intendant des Finances de Louis 14, sa réunion

fondatrice eut lieu dans la bibliothèque personnelle du roi. (...) En 1699, l'Abbé Bignon introduisit explicitement à l'Académie « les notions d'étiquette, de statut, de rang et de propriété qui étaient si répandues dans la société de l'Ancien régime ». (Hahn, *L'Anatomie d'une institution scientifique*).

Si les artisans n'étaient pas admis dans cette république, leurs savoirs étaient néanmoins convoités, car indispensables au progrès scientifique. (...) En 1675, Colbert « donna des instructions à l'Académie afin qu'elle préparât une description des arts mécaniques. Tout au long du 18<sup>e</sup> siècle, les membres de l'Académie continuèrent de collecter et de publier des informations sur les métiers artisanaux, qui finalement constituèrent une impressionnante collection de 27 volumes in-folio, la Description des Arts et Métiers » (Hahn, *L'Anatomie d'une institution scientifique*).

L'idée des brevets avait vu le jour quelques siècles plus tôt, pour concilier le désir qu'avaient les artisans de protéger leurs connaissances durement acquises avec les bénéfices pour la société d'un savoir partagé : si le gouvernement pouvait garantir aux inventeurs un monopole légal sur les profits tirés de leurs trouvailles, cela les encouragerait à rendre publiques leurs innovations. (...) Dans la France pré-révolutionnaire, (... la loi accordait aux académiciens le droit de statuer sur les demandes de brevet, ce qui leur permettait de faire passer les savoirs artisanaux dans le domaine public. Si cela était justifié au nom de l'intérêt supérieur de la société, les inventeurs, quant à eux, percevaient souvent cela comme une violation de leurs droits, ce qui entraînait de considérables tensions entre les artisans et l'Académie.

Ces frictions entre ceux qui produisaient les savoirs et ceux qui cherchaient à en obtenir la maîtrise sont rarement mises en avant dans l'histoire des sciences, car le conflit restait pour une grande part souterrain – jusqu'à la Révolution française, où il éclata au grand jour. (...) La révolution de 1789 entraîna de profonds changements dans le rapport de force entre artisans et académiciens (...) : « Les attaques cinglantes, les pamphlets et les journaux de la Révolution ouvraient de nouvelles perspectives d'expression et de publicité. De plus, l'émergence d'associations libres fournissait à l'artisan de plus grands espoirs de trouver une tribune politique solide à partir de laquelle il pourrait demander la fin des injustices. (...) L'effet inhibiteur de la domination académique et de son arrogance (laisa place à) un sentiment de confiance en soi qui engendra la critique la plus détaillée et la plus efficace à l'encontre des sociétés savantes » (Hahn, *L'Anatomie d'une institution scientifique*).

A mesure que la Révolution se radicalisait, des organisations d'artisans plus combatives émergeaient sur le devant de la scène. (...) Le 8 août 1793, les artisans pensèrent avoir remporté une victoire totale quand la Convention nationale décréta la suppression du système académique tout entier. Mais deux ans plus tard, avec la chute de la république jacobine et l'avènement de la réaction thermidorienne, une nouvelle « super-académie », l'Institut de France, vit finalement le jour ;

Mais si ses fondateurs escomptaient que la nouvelle institution joue le même rôle que son ancêtre, ce ne fut pas le cas. (...) Au début du 19<sup>e</sup> siècle, (...) nouveaux instituts de recherche et (...) grandes écoles représentaient l'élite scientifique reconstituée en France.

Mais l'Institut conservait une certaine importance grâce à l'« alliance solide entre les élites gouvernementales et intellectuelles de la France », alliance incarnée par Napoléon Bonaparte, élu à la première classe de l'Académie en 1797, « à une époque où il n'avait aucune référence scientifique ». (...) Le reste du monde allait suivre ce modèle : au 19<sup>e</sup> siècle, les sciences auraient partout un caractère plus élitiste encore qu'au 18<sup>e</sup> siècle. (...° Compte tenu du haut degré de centralisation en France et de la mainmise de l'Etat sur les sciences, nulle théorie du complot n'est nécessaire pour pouvoir affirmer qu'une pression sociale conservatrice influa sur leur évolution après la Révolution.

La spéculation et la construction de systèmes, de par leur association à une pensée socialement dangereuse, étaient exclues des institutions, tendance qui fut renforcée par la politique scientifique de Napoléon 1<sup>er</sup>. Nulle incapacité à étendre le savoir ou à soutenir la polémique scientifique ne causa la perte de la bohème : son destin fut scellé en raison de son lien avec la radicalité politique.

L'accent mis sur la spécialisation était un autre signe de défaite de la bohème scientifique, dont les auteurs étaient partisans d'une combinaison des savoirs plutôt que de leur division en disciplines séparées. Leur perspective holiste n'était pas particulièrement déraisonnable, car la spécialisation eut des effets mitigés : ce qu'elle apportait de positif doit être mesuré à l'aune de ce qui fut perdu en fractionnant le savoir en champs cloisonnés.

## 7 – Le 19<sup>e</sup> siècle : l'alliance du capital et de la science

Aujourd'hui, le savoir est produit industriellement dans des usines scientifiques appelées laboratoires de recherche. Le travail scientifique dans sa quasi-totalité est le fait de professionnels directement employés ou indirectement financés par de grands groupes capitalistes ou des gouvernements. En conséquence, le savoir et la nature elle-même se sont trouvés toujours plus « marchandisés », c'est-à-dire transformés en choses vendables et achetables. Ce n'est pas prise en considération des besoins humains mais la recherche du profit qui détermina la production du savoir scientifique aux 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles.

Le dogme de la neutralité des sciences tend à occulter ce fait – l'impartialité des scientifiques préserverait leurs découvertes de toute influence extérieure et permettrait aux sciences modernes d'être un océan de vérité objective en perpétuelle expansion. Les contre-exemples flagrants sont pourtant légions. N'est-il pas notoire que les recherches médicales des firmes pharmaceutiques subordonnent généralement le bien-être humain à d'étroits intérêts particuliers ? Les études « scientifiques » de l'industrie du tabac laissant entendre que fumer ne provoque pas de cancer et n'entraîne pas d'accoutumance ne sont-elles pas ridicules ?

En se rapprochant du temps présent, l'histoire populaire des sciences doit porter davantage son attention sur les mouvements populaires qui tentèrent de refréner l'aveuglement social de la science « lourde ».

Quelles étaient donc ces connaissances primordiales, au tournant du 19<sup>e</sup> siècle, sans lesquelles la révolution industrielle n'aurait pas pu s'enclencher en Angleterre ?

Rétrospectivement, deux problèmes étroitement liés apparaissent. Tout d'abord, l'industrialisation exigeait que l'approvisionnement en fer croisse rapidement. Mais la disponibilité de cette matière première essentielle était fortement limitée par une pénurie de charbon de bois, source d'énergie nécessaire à sa production.

Il fallait couper quelques 80 hectares de bois pour produire le charbon nécessaire au fonctionnement d'un seul fourneau de fonderie pendant un an. (...) Pouvait-on altérer le charbon pour en faire un combustible utilisable pour la production sidérurgique – et si oui, de quelle manière ? Une fois ce problème résolu, la demande en charbon connut une brusque hausse qui posa un nouveau problème : comme il en fallait plus, les mineurs devaient creuser plus profond pour trouver la houille, mais plus ils allaient loin, plus les puis de mines avaient de chances d'être inondés.

La solution apportée à ce second problème – des pompes actionnées par la vapeur et la pression atmosphérique – eut des conséquences bien plus fondamentales que ne pouvaient l'imaginer ses concepteurs. Elle conduisit à l'invention du « moteur de la révolution industrielle » : la machine à vapeur, qui, en offrant à la machinerie une puissance motrice quasi illimitée, permettait d'augmenter considérablement les rendements industriels.

La découverte d'un autre combustible pour la fonte du fer est habituellement attribuée, non sans raison, à Abraham Darby. Propriétaire d'une petite fonderie, c'est lui qui en 1709 produisit pour la première fois du fer de bonne qualité avec du coke plutôt que du charbon de bois. Le coke est à la houille ce que le charbon de bois est au bois : le produit d'une combustion partielle et contrôlée éliminant les impuretés pour donner un combustible de meilleure qualité.

C'est Thomas Newcomen, un forgeron, en collaboration avec un plombier, John Calley, qui produisit la première machine à « élever l'eau par le feu », machine qui allait connaître un succès commercial. Ses « contemporains furent aussi surpris que nous, expliquait Lynn White, qu'un artisan provincial soit parvenu à résoudre un problème comme celui de la maîtrise de la vapeur, sans avoir jamais connu ou entendu parler de la machine de Savery, ou des recherches scientifiques sur lesquelles il s'était appuyé pour la mettre au point ». Leur surprise était le fruit de préjugés : « Les scientifiques de l'époque regardaient les travailleurs, fussent-ils habiles et exercés, avec une arrogance et un mépris révélateurs de l'attitude qu'ils eurent envers Thomas Newcomen » (L.T.C. Rolt et J.S. Allen, *The Steam Engine of Thomas Newcomen*).

Selon White, l'invention de Newcomen ne pouvait s'appuyer sur les théories scientifiques alors en vigueur, car son fonctionnement reposait sur la dilution de l'air dans la vapeur alors que « les scientifiques de son époque ne savaient pas que l'air pouvait se mélanger à l'eau ». (...) L'innovation particulière qui faisait de la machine à vapeur une source motrice efficace pour la machinerie fut l'œuvre d'un artisan modeste et sans grande éducation : James Watt, un fabricant d'instruments dont la boutique se situait à proximité de l'université de Glasgow. Un professeur lui avait demandé de réparer un modèle réduit de la machine fr Newcomen, ce qui lui donna l'envie d'améliorer sa conception. Son manque d'efficacité résidait d'après lui dans les pertes de chaleur massives qui se produisaient lors

de la condensation de la vapeur dans le cylindre de la machine. Sa solution consista à ajouter un vase séparé où la vapeur pouvait se condenser au contact de l'eau froide, sans que cela ne réduise trop la température dans le cylindre principal.

Le contexte social de l'industrialisation, en Grande-Bretagne, rendit inévitable le changement d'attitude quant à la valeur du travail manuel : « Les années 1850 ouvraient une période où une profusion d'œuvres célébraient les ingénieurs, individuellement et collectivement, au travers de biographies édifiantes » (David Philip Miller, *Puffing Jamie*).

En Angleterre, l'expansion de l'industrie charbonnière et la nécessité afférente d'infrastructures de transports stimulaient la construction de canaux : l'extraction de la houille comme le creusement de ces canaux exposaient aux yeux d'observateurs de plus en plus nombreux et exercés des couches de l'écorce terrestre jusqu'alors invisibles. (...) Un géomètre autodidacte du nom de William Smith remarqua au cours de ses levés miniers des régularités dans les roches sédimentaires et les fossiles qui s'y trouvaient. En 1815, Smith publia une carte détaillée des strates rocheuses d'une grande partie de l'Angleterre. En démontrant que ces couches se présentaient toujours dans le même ordre et qu'elles pouvaient être identifiées grâce à leurs fossiles, il réussit « à ouvrir le champ d'une science saturée de théorie mais manquant cruellement de données » (Simon Winchester, *La Carte qui a changé le monde*).

Les origines sociales modestes de Smith retardèrent grandement la reconnaissance de la valeur de son travail par l'élite scientifique. Qui plus est, son cas nous offre un exemple particulièrement criant de piraterie intellectuelle de la part des scientifiques de la bonne société. George Bellas Greenough et les autres membres distingués de la Société géologique de Londres – une « élite savante auto-instituée » - n'avaient que dédain pour ce géomètre « de basse extraction ». Mais quand celui-ci publia son immense carte stratigraphique d'Angleterre, ils la plagièrent, et publièrent leur imitation à un prix inférieur. Smith essuya un sévère revers financier, qui contribua à son séjour en prison pour cause de dettes. Le bon droit allait heureusement triompher et, bien que tardivement, « Strata » Smith se vit tout de même reconnaître comme le père de la géologie anglaise avant sa mort en 1839.

A l'époque où Smith réalisa ses études stratigraphiques, l'intérêt pour les sciences était croissant en Grande-Bretagne, toutes classes confondues. Une sorte de mouvement scientifique populaire prenait forme, même s'il ne venait pas spontanément de la classe ouvrière elle-même : les instituts de mécanique étaient la création de réformateurs bourgeois qui voulaient instruire les « catégories subalternes ». C'est l'organisation par George Birkbeck, professeur de philosophie naturelle à l'université de Glasgow, de leçons de sciences gratuites à destination des pauvres qui inspira la création du premier de ces instituts.

Les instituts de mécanique apparurent dans un contexte social tumultueux, caractérisé par de fortes tensions interclassistes et une importante agitation, parfois violente, en faveur de l'extension des droits politiques des ouvriers. (...) les instituts de mécanique étaient financés par de riches industriels qui voyaient en eux un moyen de contenir les idées « dangereuses ». Du point de vue des gouvernants, la pire de toutes les idées scientifiques était la notion impie d'évolution.

C'est la génération précédant l'arrivée de Darwin qui livra « le véritable combat pour ancrer au sein du 'peuple' la vision d'un monde régi par les lois évolutionnistes » (Desmond, *Politics of Evolution*). Avant Darwin et Wallace, les opposants scientifiques à la doctrine biblique de la « création spéciale » s'étaient appuyés sur une théorie proposée par le naturaliste français Jean-Baptiste Lamarck, qui considérait que les espèces évoluaient par transmission héréditaire des caractères acquis des parents vers leur progéniture. Cette rupture radicale de Lamarck avec l'orthodoxie s'était opérée dans l'effervescence de la Révolution française, et elle fut durement attaquée par la réaction thermidorienne. Nulle part la mainmise de Georges Cuvier sur les sciences françaises n'eut de conséquences plus manifestement rétrogrades : comme le paléontologue américain O.C. Marsh le faisait observer en 1789, son influence « retarda d'un demi-siècle l'avancée de la théorie de l'évolution » (O.C. Marsh, *History and methods of Paleontological Discovery : An Address Delivered before the AAAS at Saratoga*).

Wakley, qui avait fondé en 1823 la revue médicale militante *The Lancet*, exprimait le désir de « mettre les sciences à la portée des enfants des classes modestes ». En 1831, il devint président de la combative Union nationale des classes laborieuses. Dermott, dont l'école d'anatomie privée pratiquait des tarifs assez réduits afin d'accueillir des élèves pauvres, était un « partisan radical et inflexible du recours à la force » : il pensait que le progrès social ne pouvait s'accomplir que par une révolution violente » (Desmond, *Politics of Evolution*).

Darwin publia son livre en 1859 mais il n'eut pas le courage d'affronter la tempête qui accueillit sa parution. T.H. Huxley s'engouffra dans la brèche et se fit le défenseur officiel de la sélection naturelle, ce qui lui valut le sobriquet de « bouledogue de Darwin ». Mais sa défense du darwinisme s'inscrivait dans un combat plus large au sein du monde scientifique. (...) Huxley et ses amis constituèrent « l'avant-garde de ce mouvement bourgeois inédit dans le domaine scientifique ». Son objectif était de créer « une science professionnelle mise au service de la bourgeoisie marchande », contrairement aux « professeurs d'Oxbridge, au service, peut-on dire, du parti traditionnellement opposé qui était celui de l'aristocratie terrienne ». A cette fin, ils « courtisèrent délibérément les travailleurs salariés ». S'appuyant sur le mode des instituts de mécanique, Huxley donnait dès 1855 des « conférences ouvrières » et faisait campagne pour l'instruction technique, afin « d'apporter au nouveau mouvement le soutien de la classe ouvrière ». « Il dépeignait, au cours de ses conférences ouvrières, le "scientifique" comme un prolétaire » et décrivait les artisans et les anatomistes comme « des frères de labeur » (Desmond, *Archetypes and Ancestors*).

Sur bien des points, Huxley rejoignait ceux qui avaient fondé avant lui les instituts de mécanique. Si la sincérité de son « engagement plébéien » ne fait aucun doute, ses conférences et ses essais n'en étaient pas moins « tournés d'une façon qui plaisait aux patrons et devait les convaincre d'initier les travailleurs au raisonnement scientifique *pour la stabilité de la société capitaliste*. Bref, il cherchait à ménager la chèvre et le chou ». A une époque où le mécontentement social augmentait, « Huxley présentait les sciences comme une alternative à des remèdes socialistes plus draconiens » (Desmond, *Archetypes and Ancestors*).



Alors que les idées de Lamarck pouvaient laisser entrevoir la possibilité d'une transformation des sociétés humaines, celles de Darwin ne semblaient pas remettre en cause la hiérarchie sociale. « Le darwinisme, pérorait l'un de ses principaux partisans, est profondément aristocratique : il repose sur la survie des meilleurs » (Ernst Haeckel, *Marxism and Darwin*).

Tout l'arbitraire du sens social porté par les théories biologiques est mis en évidence par les interprétations très contrastées du darwinisme. Immédiatement après la publication de *L'Origine des espèces*, Karl Marx écrivit avec emphase à Friedrich Engels : « C'est là le livre qui contient, sur le plan de l'histoire naturelle, le fondement de notre conception ». Marx voyait dans la théorie darwinienne une confirmation du matérialisme dialectique sous-tendant sa propre théorie de l'évolution sociale.

Quoi qu'en ai(...)t pensé Marx (...), la théorie de Darwin fut principalement mise au service d'idéologies résolument antisociales. Le philosophe et sociologue Herbert Spencer, proche d'Huxley, s'en saisit afin d'échafauder le « darwinisme social », justification ultime de la brutalité et de la rapacité du capitalisme sauvage. Il soutenait que l'impératif darwinien de la « survie du plus apte » valait non seulement pour l'évolution biologique mais aussi pour le fonctionnement des sociétés humaines. Le darwinisme social soutenait l'idée que le capitalisme sauvage et sans merci constituait le plus « naturel » de tous les systèmes économiques : les riches l'étaient en raison de leur supériorité naturelle, les pauvres par leur absence totale de talent et leur incapacité à réussir économiquement. Sous sa forme la plus virulente, le darwinisme social suggérait que l'humanité ferait mieux de ne pas s'occuper des pauvres plutôt que de les aider par des œuvres de bienfaisance privées ou des aides sociales publiques.

Le darwinisme social n'étant jamais qu'une vieille soupe malthusienne dans une marmite neuve, tout ne peut être porté au crédit de Darwin. Néanmoins, « ses carnets indiquent clairement que la compétition, le libre-échange, l'impérialisme, l'extermination raciale et l'inégalité des sexes faisaient partie de l'équation de départ : le "darwinisme" s'est toujours voulu une explication des sociétés humaines » (Adrian Desmond et James Moore, *Darwin*).

Une variante légèrement atténuée de l'idée selon laquelle il fallait abandonner la masse des pauvres à leur sort était que l'espèce humaine pouvait accélérer son évolution en limitant la reproduction des catégories « inférieures – c'est-à-dire bien souvent ceux dont la peau est moins blanche. C'est cette idée qui inspirait l'eugénisme, une nouvelle science fondée par un cousin germain de Darwin, Sir Francis Galton, qui préconisait que « les classes talentueuses » engendrent davantage et prennent des mesures pour limiter la procréation d'« enfants de capacité morale, intellectuelle et physique inférieure » (Francis Galton, *Hereditary Improvement*).

Il considérait « axiomatiquement » que « certains types marqués de caractères » pouvaient être « parfaitement associés » aux « différentes races d'hommes ». Galton faisait ainsi la description du « Nègre ouest-africain typique » : « (Il possède) une impulsivité passionnelle forte, et ne fait preuve d'aucune patience, réticence ou dignité. (...) Il est éminemment grégaire, car il ne cesse de jacasser, de se disputer, de jouer au tam-tam ou de

danser (...) et il est doté d'une constitution vigoureuse, et si prolifique, que sa race est irréprouvable » (Francis Galton, *Hereditary Talent and Character*). L'eugénisme était, entre autres, une réponse soi-disant scientifique à la menace démographique d'une race noire présentée comme sexuellement hyperactive et atrocement tapageuse.

## 8 – Le 20<sup>e</sup> siècle et après : le complexe scientifico-industriel

Au début du 20<sup>e</sup> siècle, il existait une confiance absolue dans les bienfaits des sciences modernes. (...) Mais (...) une fois que la destruction d'Hiroshima et de Nagasaki eut révélé la redoutable puissance destructrice mise au monde par la physique nucléaire, on commença à voir les choses autrement. Le conformisme étouffant des années de guerre froide masqua un temps le malaise croissant.

Aux Etats-Unis et en Allemagne, des mouvements politiques permirent à l'eugénisme de se concrétiser. Les eugénistes étatsuniens eurent suffisamment d'influence pour faire adopter en 1924 la loi Johnson-Reed limitant l'immigration depuis les pays d'Europe méridionale ou orientale, les Balkans et la Russie. « L'Amérique doit rester américaine, déclarait le président Coolidge. Les lois biologiques montrent (...) que les Nordiques se détériorent quand ils se mélangent à d'autres races » (Roy Porter, *The Greatest Benefit to Mankind*).

Aux Etats-Unis (...) « Pour les riches mécènes qui soutenaient l'eugénisme – des philanthropes comme Carnegie ; Rockefeller, Harriman et Kellogg -, c'était un moyen de contrôle social dans une période de révoltes et de violences » (Garland E. Allen, *Is a New Eugenics Afoot ?*). Harry Laughlin et son mouvement « firent également campagne au niveau des Etats pour l'adoption de lois eugénistes permettant la stérilisation forcée des pensionnaires d'établissements publics jugés génétiquement déficients. Plus de 35 Etats adoptèrent et appliquèrent de telles lois. Dans les années 1960, au moment où la plupart de ces lois commençaient à être abrogées, plus de 60 000 personnes avaient été stérilisées pour des motifs eugénistes. En Allemagne, le modèle de Laughlin inspira aux nationaux-socialistes leur grande loi de stérilisation de 1933, qui aboutit au bout du compte à la stérilisation de plus de 400 000 personnes.

La Shoah fit basculer l'opinion publique internationale de manière décisive contre l'eugénisme. Ce ne furent pas des données nouvelles issues de la recherche qui le disqualifièrent en tant que doctrine scientifique, mais de grands événements extérieurs au monde des sciences. En 1938, l'épouvantable volonté de purification raciale des nazis avait logiquement débouché sur un « programme d'euthanasie » qui, sous la supervision des psychiatres allemands, avait condamné des dizaines de milliers de personnes considérées comme mentalement déficientes, y compris des enfants, aux chambres à gaz. Le darwinisme social et l'eugénisme furent discrédités quand les actes des nazis montrèrent qu'ils menaient tout droit au génocide.

La Seconde Guerre mondiale montra jusqu'où l'infamie des scientifiques et de leurs institutions pouvait aller sous l'influence d'idéologies inhumaines. « L'enthousiasme avec lequel els médecins allemands acceptèrent les idées de dégénérescence raciale et mirent en

œuvre les politiques d'hygiène raciale, indiquait Ruy Porter, montre que beaucoup adhéraient à ces doctrines anthropologiques et biomédicales » (Deux excellentes analyses de l'eugénisme : Daniel J. Kevles, *Au nom de l'eugénisme*, et Garland E. Allen, *The Eugenics Record Office at Cold Spring Harbor*). Entre janvier 1940 et septembre 1942, 70 723 malades mentaux furent gazés, ayant été sélectionnés sur les listes de personnes « dont les vies ne valaient pas la peine d'être vécues », listes établies par neuf éminents professeurs de psychiatrie et 39 grands médecins » (Porter, *Greatest Benefit to Mankind*).

Des scientifiques allemands se servaient d'humains comme cobayes pour leurs recherches. Des prisonniers de camps de concentration permettaient d'« étudier les effets du gaz moutarde, de la gangrène, du gel, du typhus et d'autres maladies mortelles. Des enfants recevaient des injections d'essence, étaient congelés, noyés ou simplement abattus pour être disséqués ». Les pratiques des médecins et scientifiques japonais durant la guerre furent tout aussi inhumaines.

Le Dr Ishii a mené des expériences sur quelques 3000 sujets humains « pour étudier les modes d'infection et établir les quantités de bactéries mortelles nécessaires pour provoquer à coup sûr une épidémie. D'autres victimes d'expérimentations servaient de cibles lors de tests balistiques, étaient exposés au froid, électrocutés, ébouillantés, exposés à des radiations mortelles ou disséqués « vivants ». Faire subir à quelqu'un une vivisection sans anesthésie relève d'une cruauté qui dépasse l'entendement. Si la plupart des sujets du Dr Shii étaient chinois, il y eut aussi parmi eux des prisonniers de guerre américains et britanniques. Malgré tout, à la fin de la guerre, « le gouvernement américain décida de garder le secret sur des atrocités » car « le Dr Ishii et son équipe s'étaient arrangés avec les autorités américaines, utilisant leurs résultats de recherche comme monnaie d'échange pour éviter d'être poursuivis comme criminels de guerre » (Porter, *Greatest Benefit to Mankind*).

Si les transgressions des scientifiques américains n'allaient pas aussi loin que celles de leurs homologues allemands ou japonais, certains participèrent tout de même, pendant et après la guerre, à des recherches militaires dans le cadre du programme atomique, réalisant en secret des tests au cours desquels des soldats américains étaient délibérément exposés à des radiations (Porter, *Greatest Benefit to Mankind*).

Malheureusement, les dérives scientifiques atroces l'appartiennent pas qu'au passé. (...) Dans la prison de Guantanamo, une « équipe de consultation en science du comportement », la BSCT, composée de psychologues, de psychiatres et de généralistes, avait étroitement collaboré avec les interrogateurs militaires pour élaborer « un système combinant intentionnellement des traitements cruels, dérangeants et dégradants, c'est-à-dire une forme de torture » (Neil A. Lewis, *Red Cross Finds Detainee Abuse in Guantanamo*).

La sélection naturelle, selon l'analyse de Darwin, se fait très progressivement, sur de très longues périodes. C'est ce qu'est censé rappeler le fameux adage latin *Natura non facit saltum*) la nature ne fait pas de sauts. Transposée au social, cette affirmation laisse entendre que la voie « naturelle » du changement social passe par des réformes progressives plutôt que par une brusque révolution.

Le gradualisme de Darwin a été réexaminé de façon approfondie par les paléontologues Stephen Jay Gould et Niles Eldridge. Selon leur lecture des archives fossiles (qui sont bien plus vastes aujourd'hui qu'à l'époque de Darwin), la spéciation est un processus qui se caractérise par de très longues périodes d'équilibre et de stabilité, occasionnellement ponctuées par des changements brusques. Si cela est exact, il semblerait qu'en fin de compte la nature soit davantage révolutionnaire que réformiste. Leur idée d'« équilibre ponctué » a tout d'abord fait l'objet de controverses chez les biologistes évolutionnistes, mais nombre d'entre eux, si ce n'est la plupart, ont depuis adopté ce point de vue. Le débat sur l'évolution par sauts révèle en tout cas que le gradualisme darwinien n'est pas tant un « fait » qu'une construction idéologique.

Si « l'alliance du capital et de la science » trouvait sa meilleure expression idéologique dans le darwinisme social, sa manifestation pratique la plus immédiate fut le mouvement d'organisation scientifique du travail appelé taylorisme, du nom de son principal théoricien, Frederick W. Taylor. Son objectif affiché était d'appliquer la méthode scientifique moderne aux problèmes de l'entreprise capitaliste.

Si Taylor publia ses *Principes d'organisation scientifique* en 1911, les idées essentielles en avaient été exprimées bien avant. Le « principal objectif du manufacturier », expliquait Andrew Ure en 1835, était de rendre le travailleur humain docile et « adapté à un système de mécanique ». Ainsi, la déshumanisation et la robotisation du travail étaient déjà en marche. Harry Braveman, un observateur critique, voyait dans ce morcellement du travail, sans respect aucun pour les capacités humaines, une « fragmentation de l'individu » qu'il qualifiait de « crime contre les personnes et contre l'humanité » (Harry Braveman, *Travail et capitalisme monopoliste*).

L'hypothèse discutable de Lénine selon laquelle un gouvernement dévoué aux intérêts des travailleurs pourrait pratiquer une forme de taylorisme dénuée de la « brutalité de l'exploitation bourgeoise » ne fut jamais mise à l'épreuve. (...) Le mouvement stakhanoviste des années 1930 et 1940 fut présenté comme une sorte de « taylorisme par en bas », grâce auquel les ouvriers auraient eux-mêmes appliqué des méthodes de travail mises au point « scientifiquement ». Mais ces affirmations étaient mensongères – comme toutes les initiatives sociales de Staline – car le système fut imposé de la façon la plus brutale.

Au début des années 1930, les pays occidentaux furent frappés par la grande dépression. L'économie planifiée d'Union soviétique, en comparaison, semblait solide et dynamique, et pour une importante frange des intellectuels occidentaux, les avancées sociales de la Révolution russe de 1917 exerçaient un puissant attrait. C'est dans ce contexte de vive radicalisation qu'un colloque international eut lieu à Londres en 1931, colloque vraisemblablement à l'origine de la notion d'histoire populaire des sciences telle que nous l'entendons ici.

C'est au cours de cette conférence – le 2<sup>e</sup> Congrès international d'histoire des sciences et des techniques – que Boris Hessen présenta son texte sur les *Principia* de Newton. Hessen faisait partie d'une délégation de scientifiques et d'historiens soviétiques dont la venue avait été organisée par les autorités soviétiques afin de porter les idées

marxistes au plus haut niveau du débat intellectuel international. (...) Le chef de la délégation soviétique n'était autre que le dirigeant bolchévique Nicolaï Boukharine. (...) Boukharine et Staline dirigeaient des factions rivales engagées dans une lutte à mort – chose dont peu de personnes à l'extérieur avaient eu vent.

La plupart des participants occidentaux au congrès étaient incapables de voir dans la communication de Hessen autre chose qu'un exposé du dogme marxiste ou un exercice de propagande soviétique. (...) Si le point de vue traditionnel allait rester prédominant pendant des décennies, Hessen avait semé les germes d'une vision divergente prenant en compte le contexte social et les facteurs externes aux sciences.

A la fin de la décennie, Hessen et Boukharine furent victimes des purge stalinienne. Avant le sursaut des années 1960, ceux qui comprirent le mieux les intuitions déterminantes de Hessen furent des scientifiques britanniques de sensibilité marxiste comme Joseph Needham, John D. Bernal ; Kohn B.S. Haldane, Lancelot Hogben et Hyman Levy. La thèse de Hessen résonnait également dans les travaux d'Edgar Zilsel (...) et ceux de Robert Merton.

Le lyssenkisme constituait l'exemple idéal des effets délétères de l'ingérence du politique dans la pratique scientifique – le simple fait que Staline l'ait qualifié de science prolétarienne pourrait d'ailleurs discréditer l'idée même de science populaire. Mais la ressemblance ne va pas plus loin. La science prolétarienne de Lyssenko venait contredire des faits *avérés* de la génétique. (...) La « science prolétarienne » que les staliens opposaient à la « science bourgeoise » est comparable aux alternatives scientifiques promues par certains nationalistes. On sait que les nazis distinguaient la « science aryenne » de la « science juive ».

Meera Nanda, scientifique indienne engagée, exhorte les peuples non occidentaux à comprendre que ces sciences ethnocentriques sont « des cosmologies non vérifiées et invérifiables servant à justifier (...) le despotisme de certaines de nos propres traditions culturelles ». Elle nous alerte sur le fait qu'« un nationalisme culturel qui s'attaque à l'internationalité des sciences sera toujours dépourvu d'élan progressiste ; et que, malgré toute sa rhétorique populiste, il ne pourra que maintenir le peuple au nom duquel il prétend parler sous le joug d'oppressions ancestrales légitimées par des superstitions anciennes » (Meera Nanda, *Against Social De(con)struction of Science*).

Certaines institutions occidentales entreprirent, il y a plusieurs décennies, de combattre la faim dans le monde en mobilisant les moyens des sciences modernes pour mettre au point des techniques permettant aux paysans pauvres d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine de produire davantage de nourriture. Tout commença en 1944 avec un programme de la Fondation Rockefeller visant à améliorer la productivité agricole au Mexique, et qui accrut si spectaculairement les rendements que l'on ne put résister à l'envie d'en faire profiter le reste du monde. Ce fut le début de la révolution verte, les sciences modernes comme panacée contre la pauvreté et la faim. Ses partisans espéraient rendre caduque la « révolution rouge » et son déferlement de violence comme moyen de se libérer des chaînes de la misère.

Dans les années 1970, les nouvelles variétés de blé, de riz et de maïs mises au point par les instituts de recherche des fondations Rockefeller et Ford s'étaient répandues dans le monde entier. Les « semences miraculeuses » de la Révolution verte s'accompagnaient du remplacement des méthodes traditionnelles de millions de paysans pauvres par de nouvelles pratiques agricoles : « Dans les années 1990 (...° on estimait que 40% des paysans du tiers-monde utilisaient des semences de la Révolution verte – l'Asie étant celle qui en utilisait le plus, suivie de l'Amérique latine » (Peter Rosset, Joseph Collins et Frances Moore Lappé, *Lessons from the Green Revolution*).

Selon ses propres critères ; la révolution verte fut un formidable succès. Même ceux qui la critiquent le plus sévèrement doivent reconnaître que « les améliorations de production de la Révolution verte ne sont pas un mythe ». (...) Une analyse statistique des effets de la Révolution verte entre 1970 et 1990 a révélé qu'en Amérique du Sud, « si la quantité de nourriture par habitant a augmenté de presque 8%, le nombre de personnes souffrant de malnutrition a également augmenté de 19%. En Asie du Sud, il y avait 9% de nourriture en plus par personne en 1990, mais également 9% de personnes affamées en plus. (Et ce n'est pas) l'accroissement démographique qui a augmenté le nombre de personnes ayant faim, puisque la quantité de nourriture disponible par personne a augmenté » ((Peter Rosset, Joseph Collins et Frances Moore Lappé, *Lessons from the Green Revolution*).

Plus de nourriture et pourtant plus d gens affamés ? Comment cela se peut-il ? « Pour résumer la situation, si les pauvres n'ont pas les moyens de s'acheter à manger, un accroissement de la production ne les avance pas beaucoup. » Le véritable problème est en réalité que « bien trop de gens n'ont pas accès à la nourriture déjà disponible du fait d'une inégalité profonde et croissante ». La Révolution verte n'a pas diminué les inégalités sociales, bien au contraire. Son introduction dans « un système social favorisant les riches au détriment des pauvres, sans prendre en compte l'accès aux technologies d'un point de point de vue social » a élargi le fossé entre petits et gros producteurs (Peter Rosset, Joseph Collins et Frances Moore Lappé, *Lessons from the Green Revolution*).

Pour tenir leurs promesses, les nouvelles variétés de blé, de riz et de maïs nécessitent des apports massifs d'engrais et de pesticides, quantité de substances bien trop coûteuses pour la plupart des paysans. Les gros producteurs qui pouvaient investir ont prospéré, tandis que les paysans pauvres ont vu périlcliter leur capacité de subsistance. Les gros propriétaires se sont mis à cultiver des variétés d'exportation lucratives plutôt que des cultures vivrières permettant de nourrir la population locale. Et surtout, les « gros producteurs » à qui ces nouvelles technologies profitaient le plus n'étaient pas ceux d'Asie, d'Afrique ou d'Amérique latine, mais des géants de l'agro-industrie comme Del Monte, Anderson Clayton et Standard Brands. L'idée naïve selon laquelle accroître la production alimentaire résoudrait le problème de la faim dans le monde était le fruit d'une profonde ignorance de l'histoire économique agricole.

Jusqu'au début du siècle dernier, la production alimentaire ne suffisait pas à couvrir les besoins élémentaires de la population mondiale. Dans ce contexte, les prévisions de Malthus, en 1798 (selon lesquelles la production alimentaire mondiale allait de moins en moins suffire à nourrir la population planétaire), ne semblaient pas déraisonnables. Comme

il se trompait ! Dans le dernier quart du 19<sup>e</sup> siècle, la productivité agricole avait tellement augmenté que l'on produisait *trop* de nourriture (par rapport à ce que le marché pouvait absorber). Les prix agricoles s'effondrèrent, et un nombre croissant de cultivateurs firent faillite. La *crise de surproduction agricole permanente* qui s'installa a perduré jusqu'à nos jours.

Dans un monde souffrant de la faim, la politique agricole des économies de marché avancées consiste depuis longtemps à *réduire la production alimentaire* au nom du « soutien des prix ». Des montagnes de blé et d'autres céréales sont brûlées ou mises en réserve pour éviter qu'elles n'inondent le marché, tandis que des agriculteurs sont payés pour ne pas cultiver des millions d'hectares de terres agricoles.

Par contre, le recours croissant à des produits pétrochimiques onéreux a renforcé la mainmise des grandes sociétés multinationales sur l'approvisionnement alimentaire mondial. Mais depuis que leurs pesticides et autres engrais chimiques pâtissent de la loi des rendements décroissants, ces mêmes multinationales défendent le génie génétique comme nouvelle panacée scientifique.

Quand l'industrie chimique et les scientifiques à son service réalisèrent que la préoccupation des citoyens pour l'environnement était faite pour durer, il leur fallut changer de stratégie. Au lieu d'attaquer le mouvement frontalement, ils entreprirent de le récupérer. Depuis, « l'écologie est devenue une affaire de consensus politique où prédominent les environnementalistes professionnels ». L'élite scientifique « fit siennes les incantations écologiques » qui « devinrent la base conceptuelle du courant écologiste dominant. Mais il ne s'agissait pas d'une écologie subversive remettant en question les fondements de l'économie, les habitudes de consommation et la domination techno-scientifique. Cette écologie-là relevait au contraire d'une mentalité technicienne pour laquelle les problèmes de déchets, de pollution, de démographie, de biodiversité et de toxicité environnementale pouvaient être résolus par la science » (Gary Kroll, *Rachel Carson's Silent Spring*).

En quittant ses fonctions en 1961, le président Eisenhower lança sa célèbre mise en garde contre « la possibilité que s'accroisse désastreusement l'influence illégitime » du « complexe militaro-industriel » (Dwight Eisenhower, *Farewell Address to the Nation*). Les sciences sont de nos jours aux Etats-Unis à la fois l'un des organes de ce complexe et un sous-complexe en lui-même : une intrication sophistiquée de l'Université, de l'Etat et de la grande industrie. « La recherche est aujourd'hui financée aux deux tiers par les entreprises. Une bonne partie de ce savoir scientifique "privatisé" se retrouve entre les mains de sociétés multinationales toujours plus gigantesques et en nombre toujours plus limité », rapportait le *New Scientist* en 2002.

Les frontières entre recherche publique, industrielle et universitaire n'ont cessé de se brouiller. Il en résulte que l'argent public versé aux universités sert à produire des connaissances qui deviennent ensuite la propriété privée des grandes entreprises.

Le *Journal of the American medical Association* (JAMA), organe prestigieux de la profession médicale, a cerné le problème : « De connivence avec des chercheurs universitaires en quête de subsides, certaines firmes pharmaceutiques, petites ou grandes,

ont présenté des données scientifiques biaisées ou exagérées, d'abord pour obtenir une autorisation réglementaire, ensuite pour inciter les médecins à prescrire leurs produits à des patients qui ne se doutent de rien » (Greenberg, *Science, Money, and Politics*).

Le JAME s'est toutefois bien gardé de mentionner ses propres manquements. Richard Horton, rédacteur à la revue *The Lancet*, est bien placé pour évaluer la situation actuelle du journalisme médical : « Le travail éditorial, accuse-t-il, se réduit désormais à travestir le marketing en information scientifique véritable. » Les revues médicales ont « dégénéré en entreprises de blanchiment d'information pour l'industrie pharmaceutique », constituant ainsi une « entrave à l'énonciation de vérités scientifiques ». Leur posture d' « arbitre impartial » est contredite par le fait qu'elles « appartiennent à des maisons d'édition scientifiques qui tirent d'énormes revenus des publicités des compagnies pharmaceutiques, et qui en sont demandeuses ». On ne peut donc se fier à ce qu'elles publient. « Les opinions se vendent au plus offrant, conclut Horton. Le savoir est une marchandise comme une autre » (Horton, *Dawn of McScience*).

Le fait qu'un scientifique soit mentionné comme auteur d'un article dans une revue scientifique n'indique pas forcément qu'il a participé à sa rédaction, car aujourd'hui « n science et en médecine, le négriat littéraire est une industrie » (Krimsky, *La Recherche face aux intérêts privés*). (...) Ainsi, Excepta Medica est une maison d'édition médicale du New Jersey qui propose aux compagnies pharmaceutiques « un outil précieux : le placement d'articles scientifiques déjà prêts dans des revues médicales de premier plan, portant la signature d'universitaires reconnus » (Mathew Kaufman et Andrew Julian, *Scientists to Push Diet Drug*).

Aux Etats-Unis, les scientifiques de l'Administration du contrôle alimentaire et pharmaceutique (FDA) sont censés protéger les citoyens contre les substances pharmaceutiques dangereuses. La FDA fait pourtant exactement l'inverse : elle est devenue « une agence où les conflits d'intérêts sont désormais la norme en matière d'évaluation pharmaceutique » (Krimsky, *La Recherche face aux intérêts privés*). (...) En 2000, une enquête révélait que « plus de la moitié des experts employés par le gouvernement pour donner leur avis sur la sûreté et l'efficacité des médicaments ont des liens financiers avec les compagnies pharmaceutiques qui bénéficieront ou pâtiront de leurs décisions » (Dennis Cauchon, *Number of Experts Available is Limited*).

Les études toxicologiques minimisant les dangers sanitaires de la cigarette constituent l'exemple peut-être le plus évident d'abus d'autorité scientifique. En 2000, un rapport de l'Organisation mondiale de la santé révélait que « les industriels du tabac créent des organismes scientifiques de façade et financent des études allant dans leur sens pour contester les travaux sérieux établissant un lien entre tabac et cancer » (Krimsky, *La recherche face aux intérêts privés*).

Selon un rapport publié en 1998 par la Fondation nationale des sciences (National Science Foundation), les Etats-Unis injectent à eux seuls plus d'argent dans la recherche que le Japon, l'Allemagne, la Grande-Bretagne, la France, l'Italie et le Canada réunis. (...) L'appât financier a entraîné une « fuite des cerveaux » qui ne cesse d'enrichir la recherche étatsunienne des talents du monde entier. (...) Les dépenses fédérales pour la R&D



(recherche et développement) universitaire, qui n'atteignaient pas 150 millions de dollars en 1953, dépassaient 10 milliards en 1990.

Le spectre du « communisme international » ayant sombré avec l'Union soviétique, un autre argument spécieux fut rapidement élaboré pour maintenir un budget militaire de plusieurs centaines milliards de dollars : le « terrorisme international ». Si les attentats frappant aveuglément certaines populations urbaines représentent effectivement une menace réelle (quoique statistiquement infime), on ne peut décemment croire que les ténors de l'impérialisme aient réellement peur de quelques groupes islamistes radicaux.

La motivation première de ces dépenses militaires n'est pas non plus l'attaque. En réalité, elles sont nécessaires pour faire tourner l'économie américaine, qui sinon aurait tôt fait de se gripper. (...) L'administration Reagan annonçait en 1983 son intention de créer un « bouclier » spatial pour protéger les Etats-Unis contre des attaques de missiles, ce qui ouvrait la perspective d'investissements fédéraux massifs dans la recherche scientifique. (...) C'est ainsi que la Guerre des étoiles vit le jour, et qu'une énorme quantité de camelote scientifique fut commandée et produite des années durant pour lui donner un air crédible. Après Reagan et Bush père, l'administration Clinton continua de financer le programme, rebaptisé Défense antimissile balistique (BMD). « Entre la naissance de la Guerre des étoiles en 1984 et la fin du siècle, la défense antimissile a englouti plus de 60 milliards de dollars. (...) Bush fils continua sur la voie de la militarisation de l'espace.

La description suivante, qui donne une idée de l'ampleur des arsenaux nucléaires existant encore dans le monde, date de 2004 : « Les Etats-Unis disposent actuellement de 2000 têtes thermonucléaires intercontinentales basées au sol, de 3456 têtes nucléaires à bord de sous-marins stationnés en mer à quinze minutes de leurs cibles, et de 1750 charges nucléaires à bord de bombardiers intercontinentaux parés au largage. Sur ces 7206 charges, 2500 environ sont en état d'alerte permanent, la simple pression d'un bouton suffisant à les déclencher. La Russie dispose d'un nombre similaire d'armes stratégiques, dont environ 2000 en état d'alerte permanent. Au total, l'ensemble des arsenaux nucléaires mondiaux représente aujourd'hui une puissance explosive suffisante pour « surtuer » 32 fois chaque personne sur Terre.

L'« atome pour la paix » permettant de produire l'électricité dans les centrales nucléaires fait peser quant à lui la pire des menaces écologiques : la pollution radioactive de l'atmosphère et des eaux de la planète entière. (...) En sus des matières radioactives susceptibles d'être rejetées en grande quantité lors d'accidents spectaculaires, les déchets nucléaires s'accumulent jour après jour, produits par l'extraction et la transformation de l'uranium dans les centrales.

Au moment même où il ne semblait plus possible qu'une quelconque avancée scientifique notable se produise ailleurs que dans un cadre professionnel et élitiste, des innovations scientifiques de premier ordre virent le jour en dehors du complexe universitaire-industriel, dans de petits ateliers installés dans des garages ou des mansardes par des étudiants ayant laissé tomber leurs études, marquant le début d'un véritable raz-de-marée de création scientifique.

Les premiers calculateurs numériques électroniques, nés de la guerre froide, avaient été conçus et utilisés à des fins militaires. Gigantesques et extrêmement coûteux, ces ordinateurs des années 1950 et 1960 « étaient le symbole même d'un pouvoir retranché et centralisé : arrogants, hautains, impersonnels, inaccessibles et inefficaces » (Stan Augarten, *Bit by Bit*). Dans les années 1970, de nombreux passionnés d'électronique, des amateurs autodidactes ne disposant que de maigres ressources – nombre d'entre eux étaient très jeunes – démocratisèrent cette nouvelle technologie en la mettant à la portée de millions de gens ordinaires.

L'« ordinateur personnel » naquit en 1975 quand le magazine grand public *Popular Electronics* proposa un petit appareil programmable, l'Altair 8800, vendu en kit pour 395 dollars. Les créateurs de l'Altair étaient trois ingénieurs de l'armée de l'air, Edward Roberts, William Yates et Jim Bybee. (...) L'Altair ouvrit une brèche dans laquelle s'engouffrèrent une multitude de jeunes inventeurs. Parmi eux se trouvaient Bill Gates, Paul Allen et Monte Davidoff, qui développaient les programmes dont l'Altair avait besoin pour fonctionner. Gates et Davidoff étaient étudiants à Harvard.

En 1971, une collaboration prometteuse avait commencé entre un autre ex-étudiant, Stephen Wozniak, et un lycéen, Steven Jobs. (...) Pour fonder leur entreprise, ils rassemblèrent un peu plus de 6000 dollars en empruntant de l'argent à leurs amis et en revendant une partie de leurs biens personnels. (...) L'histoire de l'ascension fulgurante d'Apple et de l'impact social de l'Apple 2 et du Macintosh, qui rendirent les ordinateurs « faciles à utiliser » pour un nombre toujours croissant de personnes, est bien connue (Michael Moritz, *Le Jeu de la pomme* ; Owen Linzmayer, *Apple Confidential 2.0* ; Steven Levy, *La Saga Macintosh*).

L'union du capital et de cette science naissante s'accomplit à une vitesse fulgurante. Six ans après sa constitution en société, Apple comptait déjà environ 4700 employés, et ses ventes s'élevaient à 983 millions de dollars.

L'un des créateurs du langage de programmation Fortran, John Backus, décrit sa méthode de travail comme « de l'innovation par itération, un tâtonnement permanent ». Si c'est bien le cas, la pratique est bien plus centrale dans l'innovation informatique que la théorie. (...) Aux premiers temps de l'informatique, les ingénieurs, qui méprisaient les programmeurs, étaient eux-mêmes regardés avec dédain par les mathématiciens « purs ». Jean Sammet, membre de l'équipe qui créa le langage Cobol, avait hérité de sa formation mathématique un snobisme intellectuel qu'elle dut surmonter avant de pouvoir reconnaître la programmation comme une activité digne d'intérêt. (...) Le Basic (...) eut l'impact social le plus profond, et (...) marqua une étape importante vers la transformation de l'informatique en savoir populaire.

La version du Basic que Gates et Allen avaient conçue pour l'Altair 8800 les propulsa en tête d'une toute nouvelle industrie. Leur entreprise, Microsoft, restait détentrice des droits des logiciels nécessaires au fonctionnement des successeurs de l'Altair. Cela fit de Gates « l'homme le plus riche du monde ». Assez ironiquement, l'image publique de Microsoft est progressivement devenue – non sans raisons – celle d'un abominable

monopole étouffant la créativité de toute une nouvelle génération de gens semblables à ce qu'avaient été Gates et Allen.

La Toile « fut inventée en un lieu tout à fait inattendu et imprévisible : le laboratoire de physique des hautes énergies du CERN, à la frontière franco-suisse. (...) Tim Berners-Lee, un physicien, travaillait au CERN quand il « eut la vision » qui allait donner naissance à la Toile informatique (le World Wide Web). Bien qu'on lui en attribue généralement l'invention, Berners-Lee a la délicatesse de préciser que « de nombreuses autres personnes, pour la plupart inconnues, y ont contribué de façon décisive ».

Mais sans navigateurs ni moteurs de recherche pour accéder aux énormes volumes d'information disséminés sur la Toile, son utilité aurait été minime. Une fois de plus, les étudiants et les garages allaient occuper une place de premier plan. Le moteur de recherche Yahoo ! fut créé par deux étudiants de Stanford, Dave Filo et Jerry Yang, en 1994. La même année, deux étudiants de l'université de l'Illinois, Marc Andreessen et Eric Bina, présentaient au monde leur navigateur, Mosaic. Deux autres étudiants de Stanford, Larry Page et Sergey Brin, créèrent à leur tour un moteur de recherche baptisé Google.

Pour chaque Bill Gates et Paul Allen percevant l'informatique comme un moyen d'enrichissement personnel, il y eut un Ted Nelson ou un Bob Albrecht pensant qu'elle était – ou devait être – un savoir populaire. Nelson, à qui l'on doit le concept d'« hypertexte », autoédita un livre qui lui valut d'être reconnu comme l'apôtre iconoclaste du pouvoir donné au peuple par la «libération informatique» ». (...)

Albrecht était ingénieur-informaticien. (...) Albrecht et l'un de ses principaux partenaires, Deddis Allison, produisirent une version du Basic qui accrut grandement le nombre de programmeurs capables d'innover avec un micro-ordinateur. Contrairement à Gates et Allen, dont la démarche était propriétaire, Albrecht et Allison mirent leur création « à la disposition des autres pour qu'ils en fassent ce qu'ils voulaient. L'objectif n'était pas de faire de l'argent : ils croyaient à la liberté d'expression et au logiciel libre » (Lohr, *Go To*). Richard Stallman, créateur de la Fondation pour le logiciel libre (Free Software Foundation) partageait cette façon de voir les choses.

En 1991, un étudiant finlandais, Linus Torvalds, élaborait la structure d'un système d'exploitation – ce qui régit les fonctions de base d'un ordinateur – qui devint le projet phare du mouvement du logiciel libre. La création de Torvalds fut diffusée par internet et améliorée par une myriade de programmeurs bénévoles pour finalement accoucher de Linux, un système d'exploitation capable de concurrencer le quasi-monopole de Microsoft.

Les ordinateurs ont apporté des changements profonds dans notre façon de travailler, de nous divertir et de dépenser notre argent : ils ont modifié notre façon de nous exprimer, de vivre, de penser, de concevoir l'humanité et presque tout le reste. Par la décentralisation des communications, l'Internet et la Toile ont certainement eu un effet démocratique. Ils permettent aux gens ordinaires de recevoir et transmettre des informations en dehors du contrôle des gouvernements, des entreprises ou d'autres institutions.

L'informatique « n'a pas mis les gens ordinaires sur un pied d'égalité avec ceux qui détiennent le pouvoir ». (...) C'était trop attendre d'une technologie que d'espérer que la prolifération des ordinateurs mène à une quelconque « libération ». Dans le système mondial actuel, les ordinateurs et l'informatique servent principalement les intérêts des grands groupes financiers et industriels.

Malgré tous les efforts du mouvement d'information scientifique, et les résistances des écologistes, des antinucléaires, des féministes et d'autres mouvements populaires, la science lourde n'a pas pris la voie de la responsabilité sociale. Le cœur du problème semble être que la production du savoir reste subordonnée à la recherche du profit. Force est de constater que l'alliance du capital et de la science ne montre aucun signe d'affaiblissement.

Je ne souscris pas à la « thèse de Bernal », selon laquelle il suffirait de supprimer la propriété privée des moyens de production et de remplacer le marché par une économie planifiée pour voir s'épanouir à coup sûr des sciences servant les aspirations humaines. Les expériences de l'Union soviétique de Staline et de la Chine de Mao Zedong démontrent que si cela peut être *nécessaire*, ce n'est certainement pas *suffisant*.

Par ailleurs, je rejette également les idées professées par l'écologie « profonde » qui affirme que la science lourde, la haute technologie et la haute industrie sont des entreprises *intrinsèquement* antisociales (David Watson, *Beyond Bookchin*). Les théoriciens les plus extrêmes de cette tendance de l'écologie, animés d'un désir louable de protection de l'environnement, ont mis en avant une conception abstraite de la nature selon laquelle toutes les espèces se voient attribuer une valeur égale, et pour laquelle les intérêts de l'humanité ne comptent pas plus que ceux des autres espèces.

Mes sympathies me portent davantage vers une idéologie humaniste. « Privilégier la Terre avant tout » est une abstraction séduisante, mais dans la mesure où cela nécessiterait une réduction drastique de la production industrielle, cela aurait pour conséquence concrète de condamner des milliards de personnes. Malgré les bonnes intentions de ses partisans, cette idéologie me paraît encore plus cruelle que le darwinisme social. Si mon point de vue devait se résumer en un slogan, plutôt que « La Terre d'abord ! » ce serait « Le peuple d'abord ! ».

Toute la question est de savoir si l'on peut parvenir à diriger démocratiquement les sciences, les techniques et l'industrie dans le cadre d'une économie planifiée mondiale, pour faire un usage collectif, bénéfique pour tous, des connaissances scientifiques durement acquises. Je ne doute pas que cela soit *faitable*, mais *la possibilité de le faire* se présentera-t-elle ?