



© John Foley/Opale

Jean-Marc LÉVY - LEBLOND

Jean-Marc LÉVY-LEBLOND, ancien élève de l'École normale supérieure, est docteur ès sciences physiques (Université d'Orsay, 1965). Il a été successivement chargé de recherches au CNRS, maître de conférences à l'université de Nice, professeur à l'université Paris 7, puis après 1980, professeur (et depuis 2002 professeur émérite) à l'université de Nice. Depuis 2001, il est directeur de programme au Collège international de philosophie.

Chercheur

Travaux de recherches en physique théorique et mathématique, et en épistémologie.

Enseignant

Il consacre, à Nice et ailleurs, une large part de son enseignement universitaire à initier à la science contemporaine et à ses problèmes les étudiants non scientifiques (dans les départements de philosophie, de lettres, de communication et d'arts plastiques).

Essayiste et « critique de science »

Activités permanentes dans les domaines de l'éducation scientifique, de l'histoire, de la politique et de la philosophie des sciences, de la vulgarisation et de la culture scientifique. Auteur de nombreux articles de vulgarisation, et de plusieurs recueils d'essais.

Editeur

Directeur et créateur des collections « Science ouverte », « Points Sciences », « Sources du Savoir » et « La Dérivée » au Seuil (depuis 1972). Fondateur et directeur de la revue trimestrielle *Alliage (culture, science, technique)* (créée en 1989).

**La science est-elle universelle ?
Une diversité sans relativité**

P résentation

LA VITESSE DE L'OMBRE, Jean-Marc Lévy-leblond, Le Seuil, Septembre 2006

l'œuvre constante de notre auteur. Ce sera le fil directeur de l'ouvrage, un fil qu'il nous faudra tenir, tant ses nombreux chapitres forment un archipel varié.

L'intention se dévoile dès l'épigraphe, emprunté à Yves Bonnefoy² ; c'est celle d'un parcours aux limites de la science : «... *la logique des équations ne sait rien de l'être et du vouloir être, mais comment lui opposer l'intuition de la poésie ? Pourra-t-on lutter indéfiniment dans l'homme de science contre le vertige du gouffre dont il étend le rebord ? Et ne faut-il pas craindre qu'il y ait assez de nuit dans nombre d'êtres humains pour aimer l'appel de ce vide, sur quoi la poésie, qui dénonce les rêves, devrait s'avouer le rêve suprême, l'ultime ?* ».

Sur la méthode : « *On doit échapper à l'alternative du dehors et du dedans ; il faut être aux frontières* » ajoute l'avant-propos, dans un mot de Michel Foucault³, et « *la question critique, aujourd'hui, doit être retournée en question positive* », et invite à la pratique du franchissement comme dépassement de la simple critique.

Le cap est donné, l'itinéraire peut commencer. Il comporte 14 îles que le navigateur découvrira au rythme de sa curiosité et de son temps. Un ordre est imposé, celui du livre, mais une lecture « navigante », hypertexte, savamment désordonnée, peut aussi se pratiquer. Je n'ai choisi que deux

Le hasard des itinéraires veut qu'aujourd'hui le mot universel réunisse les CAHIERS et la revue *Alliage* (ce qui d'ailleurs est bien sa fonction). Nous avons donc le plaisir de reproduire ci-dessous l'un des chapitres du dernier ouvrage de Jean-Marc Lévy-Leblond, *La vitesse de l'ombre, Aux limites de la science* (Le Seuil, collection « Science ouverte »¹), intitulé « *La science est-elle universelle ? Une diversité sans relativité* ».

Le sous-titre, « aux limites de la science », nous place immédiatement face aux préoccupations de toujours de l'auteur. Car depuis plus de 30 ans, Jean-Marc Lévy-Leblond nous a souvent ouvert son salon particulier, celui du physicien, de l'épistémologue et de l'essayiste. C'est une critique de la science qu'il propose (et non une mise en accusation), une réflexion sur ce que fait la science en se faisant, aurait noté Georges Canguilhem ou encore sur ce qu'elle est, ce qu'elle émule dans la vie culturelle et intellectuelle, pour être plus fidèle encore à

¹ On notera que celle-ci se trouve honorée cette année du Prix Jean Rostand, attribué à Robert Barbault pour *Un éléphant dans un jeu de quilles*.

² Yves Bonnefoy, *Le sommeil de personne*, William Blake & Co, 2004, p.68

³ Michel Foucault, *Qu'est-ce que les Lumières ?*, Bréal, 2004, p.80

chapitres, laissant au lecteur sa part de découverte.

Le premier s'intitule « Les lumières et les ombres de la science, entre obscurantisme et aveuglement ». C'est un véritable feu d'artifice sémantique qui, à travers les âges, éclaire les sens du mot lumière. Ainsi sont parcourus ceux du « Savoir c'est pouvoir » de Bacon, Descartes et des Lumières, puis de l'apparition de l'ampoule, de toutes les couleurs, etc. Mais en contrepoint, il est utile aussi de penser dans l'ombre, ou encore de savoir combien l'ombre est proche des ténèbres. Il n'y a d'ombre sans lumière, et pas de lumière sans projeter d'ombres. Le second chapitre se poursuit par l'analyse de la vitesse de l'ombre, qui peut en théorie être plus rapide que celle de la lumière... Cette métaphore renvoie à la part d'ombre et de lumière de chacun d'entre nous, de notre société, de notre civilisation. Et donc à celles de la science, à sa part de clarté comme à sa part d'ombre. Voilà donc la science visitée depuis ses confins, mise à sa place, vêtue de sa part d'éclairage. Ni plus, ni moins. Telle qu'elle est.

Filons maintenant jusqu'à la question posée par notre physicien essayiste page 197 : « La science est-elle universelle ? Une diversité sans relativité »⁴. Cette réponse provoque un instant de surprise tant elle marie deux mots contemporains fort usités et souvent confondus : diversité, relativité. Mais elle propose aussi une frontière nette entre eux.

⁴ Revue *Alliage*, n° 55-56, 2005, p. 104-114

Car critiquer l'universalité de la science n'est pas la posture la plus communément admise par de nombreux scientifiques, et en particulier parmi les physiciens pour qui cette universalité reste une conviction forte et partagée, à la suite des Renan, Joliot-Curie, et autres positivistes. Il est vrai, à l'appui de ce credo, que certaines « vérités » des mathématiques, de la physique et de la chimie ont fonctionné avec une stabilité remarquable depuis des dizaines d'années, des siècles et quelquefois des millénaires. Et que ces propositions de la science sont acquises à l'humanité. Sans doute l'universalité porte-t-elle aussi l'idée d'une communauté humaine de valeurs partagées à l'échelle mondiale.

Mais cet universalisme, euro-péo-centré résiste mal à l'examen : les cultures sont relatives, même lorsqu'elles abritent les lieux et les hommes de science. La pertinence de la culture scientifique est dès lors contextuelle, dans le temps comme dans l'espace.

En cette époque de globalisation, un assez grand nombre de grandes puissances ont une politique scientifique. Ce qui appartenait à l'Europe seule à l'époque de la grande physique, se trouve aujourd'hui réparti dans le monde. Et cela à la naissance de nouvelles idées, approches et théories une origine géographique et culturelle variée. Rien de triste à cela. Reconnaître que ce n'est pas sombrer dans le relativisme, mais accepter la diversité : voilà le message de notre auteur qui sort des sentiers battus de

la rationalité de sa discipline, pour en faire un sujet bien débattu.

A qui s'adresse cet article ? Autant aux scientifiques (positivistes) qu'à tous ceux qui, sans être scientifiques, veulent comprendre la portée de la science. Et cela en fait un lien entre eux. Un lien dont il convient de remercier l'auteur. Car non seulement il nous propose de parcourir l'archipel en pontant ses îles, mais aussi, par la lecture facile de la plupart de ses textes, de réunir savants et moins savants autour des sujets traités.

J'essaie, refermant le livre, de pressentir la critique d'un lecteur déçu par le parcours «archipélien» de la lecture proposée. Ne serait-elle qu'un éclectisme ? Rend-elle la synthèse impossible ? Ce que je souhaite vous faire partager, c'est la soif de débattre que transmet l'ouvrage. Et surtout cette vue de la science qu'elle n'est pas seulement un corps compact d'hypothèses, mais qu'elle reste d'abord un questionnement. Et qu'il faut en débattre avec liberté.

Jean-Pierre ALIX

166

La
Science
est-elle
univer-
selle ?

« La science étant un des éléments vrais de l'Humanité, elle est indépendante de toute forme sociale, et éternelle comme la nature humaine », écrivait en 1848 Ernest Renan, dans *L'Avenir de la science*ⁱ. Si le scientisme du dix-neuvième siècle a beaucoup cédé de terrain à la fin du vingtième, il s'en faut que toutes ses idées reçues aient disparu. L'universalité de la science reste aujourd'hui une conviction largement partagée. En un monde où systèmes sociaux, valeurs spirituelles, formes esthétiques connaissent d'incessants bouleversements, il serait rassurant que la science au moins offre un point fixe auquel se référer dans le relativisme ambiant. La science au moins, et sans doute au plus : si Renan écrit la considérer comme « *un des éléments vrais de l'Humanité* », tout son livre laisse à penser qu'il s'agit d'une clause de style et que la science est pour lui le *seul* « élément vrai ». De fait, un siècle après Renan, le physicien Frédéric Joliot-Curie, pouvait écrire en toute bonne conscience progressiste :

« La pure connaissance scientifique doit apporter la paix dans nos âmes en chassant les superstitions, les terreurs invisibles, et aussi en nous donnant une conscience plus claire de notre situation dans l'univers. Et c'est peut-être l'un de ses plus hauts titres : elle est l'élément fondamental — et peut-être le seul élé-

ment — d'unité de pensée entre les hommes dispersés sur le globe. »ⁱⁱ

De fait, il est difficile de disputer que tous les autres éléments de la culture — formes d'organisation politique, structures de parenté, mythes fondateurs, us et coutumes, religions et spiritualités, arts et lettres — appartiennent à *des* cultures, au sens ethnologique du terme. Mais la science n'offre-t-elle pas des connaissances objectives, vérifiables, reproductibles ? Le Vrai ne peut-il raisonnablement prétendre à une universalité que le Beau et le Bon se verraient non moins raisonnablement refuser ou à tout le moins discuter ? Le théorème de Pythagore, le principe d'Archimède, les lois de Kepler, la théorie d'Einstein, s'ils sont vrais ici et maintenant, comme là-bas et hier, ne le sont-ils pas par essence partout et toujours ? Un premier doute pourtant devrait nous saisir à la pensée que ces exemples, si probants puissent-ils paraître, appartiennent tous à une tradition somme toute assez provinciale, celle de l'Europe occidentale et de la culture gréco-judéo-chrétienne. On serait bien en peine de citer à l'appui de l'assertion d'universalité une panoplie d'exemples elle-même universelle, qui convoquerait des savoirs communément partagés et référés à des origines tibétaines, maories ou aztèques.

ⁱ voir notes en p. 184

Avant que de développer une analyse critique de la notion d'universalité de la science, précisons avec force qu'il ne s'agit en rien ici de conforter une vision platement relativiste de la connaissance dont on fait trop souvent grief à qui refuse la conception positiviste banale assignant à la connaissance scientifique un inéluctable progrès cumulatif. Non, tous les savoirs ne se valent pas, et s'il s'agit de construire un avion, une centrale nucléaire ou un émetteur de télévision, la dynamique des fluides, la théorie du noyau et l'électromagnétisme de la physique modernes ne sauraient être remplacés par la physique aristotélicienne ou même archimédienne, sans parler des conceptions de la matière de telle ou telle civilisation non-européenne. Mais enfin, on voit bien que l'affirmation incontestable de la validité des savoirs fournis par les sciences contemporaines ne saurait être séparée du questionnement sur leur pertinence qui, elle, est nécessairement contextuelle.

Au niveau fondamental, la thèse de l'universalité de *la science*, comme on serait tenté d'écrire, ne peut être soutenue sans se référer à son unicité et à son unité — non moins problématiques.

Depuis le XIX^e siècle qui tenait sans aucun doute la science occidentale pour la seule existante, unicité qui la destinait tout naturellement à l'universalité, les historiens des sciences ont montré l'importance et la richesse d'autres traditions scientifiques — indienne, chinoise, arabo-islamique. Mais

cette reconnaissance est souvent perçue comme celle de "sources" qui auraient finalement convergé pour alimenter le grand fleuve unique de la science, sources dont on concèdera qu'elles ont été trop longtemps négligées, mais pour mieux en sous-estimer finalement l'historicité spécifiqueⁱⁱⁱ. À titre d'exemple, il vaut la peine de revenir sur la splendide exposition « L'âge d'or des sciences arabes », montrée en 2005 à l'Institut du monde arabe. Or le journal *Le Monde* la présentait en parlant de cette « très belle exposition sur *l'apport* des sciences arabes à l'Europe. » Comme si leur finalité historique avait été d'annoncer et de préparer la venue de nos sciences. Et bien d'autres commentaires sur cette exposition ont perpétué cette vision, rétroactive, réductrice et finalement paternaliste, d'une « contribution au patrimoine scientifique commun ». Mais si la science arabe s'est développée pendant six siècles (excusez du peu !), son « apport » à l'Europe a dû attendre que cette dernière soit suffisamment civilisée, soit en gros à partir du XII^e siècle. Ces avancées ne peuvent aucunement être comprises dans la seule perspective de celles que l'Europe leur empruntera (pas toutes, d'ailleurs), au détriment de leur dynamique et de leur intérêt propres. Oserait-on présenter une exposition d'art africain en la réduisant à son « apport » au cubisme ? ou, pour en revenir à la science, une des multiples et récentes expositions consacrées à Einstein et à la science (européenne) de la première moitié du XX^e siècle à partir de son « apport » à la science américaine du XXI^e ?

Quant à l'unité de la science, si ardemment projetée jusqu'au début du XX^e siècle, elle est finalement restée pure pétition de principe devant la spécialisation croissante des domaines scientifiques, en ce qui concerne tant leurs modes d'organisation que leurs méthodes d'investigation.

Certes, la science dont il s'agira ici se réduit pour l'essentiel aux mathématiques et aux sciences de la nature. La prise en compte des sciences sociales et humaines rendrait beaucoup plus aisée la critique de la prétention à l'universalité. Sans porter le moindre jugement de valeur sur la scientificité des unes et des autres, et pour ne pas me faciliter indûment la tâche, je limiterai donc mon argumentation aux sciences asociales et inhumaines.

UNE EXPÉRIENCE D'ALTÉRITÉ MATHÉMATIQUE

Lors d'une visite au Japon, dans un des multiples temples shintoïstes ou bouddhistes, étapes obligées des touristes, vous voyez de nombreuses tablettes suspendues en offrande aux divinités du lieu, gravées ou peintes de divers motifs — paysages marins, vues du Fuji-Yama, chevaux au galop ou pures calligraphies. Soudain votre regard s'arrête sur l'un de ces ex-votos ; non, vous ne rêvez pas, c'est bien une figure géométrique, arrangement particulier et énigmatique de cercles, triangles et autres ellipses. Sollicité, un ami ou un guide vous expliquera que le texte qui accompagne la figure est bien celui d'un énoncé mathématique, donné le plus souvent sans sa démonstration. Ces *sangaku*, ou tablettes mathématiques, remontent à l'époque Edo (XVII^e, XVIII^e et XIX^e siècles), où le Japon s'est volontairement isolé et coupé des influences extérieu-

169
— Jean-Marc LÉVY-LEBLOND



Figure 1 Un sangaku

res, occidentales en particulier. Replié sur lui-même, c'est alors qu'il développe certaines de ses plus originales créations culturelles, le théâtre *nô*, la poésie des *haïku* — et une mathématique spécifique, le *wasan*, dont les *sangaku* constituent une forme publique.

Principalement intéressé par les propriétés métriques ou projectives de figures planes et tridimensionnelles, mais aussi par certaines considérations sur les nombres entiers, le *wasan* ne se présente pas comme un corps de doctrine axiomatique, du type adopté par la mathématique occidentale depuis Euclide. Il s'agit plutôt d'une collection de résultats dont certains cependant peuvent être fort élaborés. On trouve ainsi sur certains *sangaku* des énoncés qui précèdent parfois d'un à deux siècles les théorèmes occidentaux équivalents^{iv}.

Mais plus que les contenus mathématiques des *sangaku*, c'est leur présentation et leur fonction qui nous interrogent. Imagine-t-on découvrir à Lourdes ou au Sacré-Cœur un ex-voto qui représenterait, plutôt que la Vierge sauvant un enfant malade ou un marin naufragé, la figure illustrant la droite d'Euler ou le triangle de Pascal ? Véritables œuvres d'art, soigneusement peintes et calligraphiées, souvent dues à des amateurs éclairés, ces tablettes témoignent d'une conception d'abord esthétique des mathématiques : ce qu'on offre aux divinités, c'est du Beau, qu'il revête la forme d'un cheval admirablement peint ou celle d'un élégant

résultat géométrique. Ces trop brèves indications ne signifient nullement que la fonction des *sangaku* était purement esthétique. Ils jouaient également un rôle que l'on pourrait dire publicitaire, dans la constitution et la rivalité des écoles de mathématiques, et revêtait même un aspect sportif, exprimant sous forme de défis l'émulation entre maîtres de mathématiques ou amateurs éclairés^v. Il n'en demeure pas moins que, même de ce point de vue, leur localisation dans les temples reste pour le moins singulière. À la différence profonde des mathématiques connues dans la tradition occidentale, les mathématiques des *sangaku* ne peuvent se comprendre pleinement ni dans la perspective d'applications techniques, ni dans celle d'une conception philosophique, ni même, malgré leur contexte sacré, dans celle d'interprétations mystiques (telle la numérologie de la kabbale par exemple).

LA SCIENCE PRISE AU MOT

Une première indication probante de la diversité culturelle qui sous-tend l'idée de science découle d'une brève enquête sur les termes utilisés dans plusieurs langues, dont les étymologies variées connotent des associations de pensée et des représentations mentales fort différentes^{vi}.

170

La
Science
est-elle
universelle ?

Il est remarquable que le mot SCIENCE lui-même, utilisé en français, mais aussi sous des formes proches, dans les autres langues romanes, ainsi qu'en anglais, n'est lié que secondairement au savoir ou à la connaissance. Le verbe latin dont il provient, *scire*, semble avoir eu initialement le sens de "trancher", "fendre", puis "décider", "décréter" ; *scire* est relié à *secare*, "couper", qui a donné "scier" (si l'Histoire a sa grande hache, la Science a sa grande scie...). Le latin finit par donner à *scientia* le sens de connaissance théorique, mais le français du XI^e siècle désignera par science d'abord le savoir-faire et l'habileté, nuance qui persistera longtemps dans l'usage populaire (voir Raymond-la-Science), avant que l'acception moderne ne s'impose^{vii}. Encore faut-il noter que le sens et l'emploi actuels du mot sont fort récents, et postérieurs à la "révolution scientifique" elle-même :

« Au XVII^e siècle, le mot "science" (du latin *scientia*, signifiant "connaissance" ou "sagesse") avait tendance à désigner n'importe quel ensemble de connaissances proprement établies (c'est-à-dire des vérités universelles et nécessaires), tandis qu'on qualifiait les investigations concernant le type de choses qui existaient dans la nature et la structure causale du monde naturel respectivement d'"histoire naturelle" et de "philosophie naturelle". (...) La classification des hommes de science selon leur activité [les répartissait] en philosophes naturels,

historiens naturels, mathématiciens, astronomes, chimistes, etc. Le terme de "scientifique" n'a été inventé qu'au XIX^e siècle et n'est passé dans l'usage courant qu'au début du XX^e siècle. »^{viii}

En allemand, WISSENSCHAFT dérive du verbe *wissen* = connaître, au sens d'un savoir assuré, mais aussi d'un pouvoir (voir le belgicisme « Sais-tu parler anglais ? »). Jusqu'au début du XVII^e siècle, l'idée de connaissance objective se traduit par *Wissenheit*, où l'affixe *-heit* exprime une idée plus abstraite (*heissen* = dire, régir) que *-schaft* (*schaffen* = faire, réaliser). Ce n'est qu'au XIX^e siècle que *Wissenschaft* prend le sens moderne de connaissance scientifique.

En japonais, le mot est KAGAKU, écrit avec les deux caractères *ka*, et *gaku* = étude (que nous avons déjà rencontré avec les *sangaku*). Étymologiquement, *ka* signifie "matière" au sens concret de matière scolaire, et plus généralement d'une unité cohérente qu'il convient de maîtriser. Ainsi, le mot japonais ne porte pas directement l'idée de savoir, mais plutôt celle d'apprentissage. A fortiori, la nuance *epistémè/tekhne* lui est étrangère. Le mot *kagaku* date de la Restauration de Meiji, lorsque le Japon s'est brusquement occidentalisé, et n'a donc guère que 130 ans. À la même époque, le mot (avec une autre prononciation évidemment) sera emprunté par le chinois, qui ne disposait donc pas, avant la fin du XIX^e siècle, de mot à la fois spécifique et général, pour ce que nous appelons aujourd'hui "la science chinoise".

En russe, de même, *NAUKA* vient (au XVII^e siècle seulement) d'une racine qui signifie "étudier" ou "enseigner", sans relation immédiate avec l'idée de savoir, même si son sens moderne est plus proche du terme allemand *Wissenschaft*. En arabe aussi, 'ILM, qui désigne la science, vient de la racine 'alima = apprendre. C'est un autre mot qui est utilisé plus spécifiquement pour "savoir" et "connaissance" : *ma'rifa*, de la racine trilittère 'arafa = connaître.

En basque, *ZIENZIA* est une simple translittération du terme espagnol, procédé d'importation linguistique courant, que l'on retrouve pour ce terme dans plusieurs langues, mais qui souligne son caractère exogène et prive le mot de toute association étymologique.

Il vaudrait la peine de prolonger cette enquête, qui, étendue à d'autres langues, donnerait sans nul doute des résultats plus divers encore. Mais il est frappant que, même dans le seul domaine indo-européen, la variabilité étymologique et donc sémantique soit aussi notable.

On ne résistera pas au plaisir de donner encore un exemple, tiré d'une "langue" non parlée, la langue internationale des signes, pratiquée par les sourds-muets^{ix}. Science s'y signifie par le geste qui consiste à ramener les deux mains, doigts repliés, vers la poitrine, puis à ouvrir les bras, comme si l'on écartait les pans d'une veste ; c'est en fait l'ouverture du thorax incisé par le scalpel de

l'anatomiste qui est ainsi représentée. Le même signe désigne la médecine, qui sert ainsi de métonymie à la science en général. On conviendra que la référence physiologique et le renvoi direct au sujet de l'investigation scientifique donne à la notion de science un contenu pour le moins original.

Plus généralement, une étude comparée du vocabulaire scientifique dans les diverses langues montrerait la variété considérable de formes d'intégration de la science au sein de diverses cultures. Les termes forgés pour l'essentiel dans un contexte linguistique occidental, et plus spécifiquement encore à partir de racines gréco-latines, sont traduits par des procédés très différents avec deux tendances opposées :

— transcription phonétique, fréquente en japonais par exemple (électron = *erekutoron*), avec la perte de toute référence étymologique signifiante dans la langue commune.

— adaptation de l'étymologie originaire, commune en chinois (particule = *lizi*, qui signifie « grain » et qui s'écrit avec un caractère renvoyant au riz), avec le risque inverse de donner au terme une charge vernaculaire trop forte.

Signalons le cas extrême de l'islandais qui refuse quasiment toute importation de terme étranger et s'est doté d'une terminologie scientifique autonome où, par exemple, électromagnétisme = *rafsegulfrædi*, à partir de *raf* = ambre, *segull* = aimant et *frædi* = étude, théorie. Et n'oublions pas la

spécificité du français qui, dans certains domaines au moins, a victorieusement résisté au dumping terminologique anglo-saxon en se dotant d'une terminologie autonome et souvent mieux adaptée, tout particulièrement en informatique (bien meilleur que *computer science*), avec des mots comme ordinateur (bien meilleur que *computer*), logiciel (bien meilleur que *hardware*), etc.

Il est clair en tout cas que le discours scientifique a de fortes chances d'être entendu bien différemment dans une langue où il a pris naissance et dans une autre où il a été importé. L'universalité de principe d'un tel discours, quant à son objectivité et sa validité, risque fort alors d'être compromise par la spécificité de son rapport avec les autres strates de la langue.

DES PROTOSCIENCES...

En interrogeant la notion d'universalité de la science, il n'est évidemment pas question de réhabiliter, fût-ce de façon implicite ou inconsciente, l'idée d'une supériorité consubstantielle de la civilisation occidentale qui l'aurait seule conduite à développer cette forme de connaissance. Aussi doit-on commencer par donner acte que toutes les cultures humaines disposent des outils intellectuels nécessaires à permettre l'émergence de savoirs scientifiques. Il n'existe pas de groupe humain, bien avant les sociétés

marchandes ou industrielles, dont les activités ne requièrent pas déjà des aptitudes que j'appellerai "protoscientifiques" (je m'en expliquerai plus loin).

L'exploitation de la nature, tant par les chasseurs-cueilleurs que par les pasteurs et agriculteurs demande une classification pertinente des espèces animales et végétales et des savoirs détaillés quant à leurs comportements et propriétés — une proto-botanique, une protozoologie. Que ce soit à des fins d'orientation ou de divination (ou les deux), doit se développer une connaissance du ciel, des objets qui le peuplent et de leurs mouvements — une protoastronomie. Le dénombrement des troupeaux, la gestion des récoltes exigent des capacités élaborées de dénombrement et de calcul — une protoarithmétique. Les structures de parenté obéissent à des règles parfois extrêmement complexes — une protoalgèbre. La décoration de l'habitat aussi bien que les coutumes ornementales conduisent à des pratiques de tracés graphiques souvent subtiles — une protogéométrie. Il n'est pas jusqu'aux jeux et divertissements qui ne mettent en évidence des compétences de raisonnement élaborées — une protologie. Les techniques de façonnage du bois, du métal, de la céramique reposent sur une connaissance précise des matériaux — une protophysique.

Pour autant, cette universalité de fond se concrétise dans des formes d'une étonnante variabilité. Contentons-

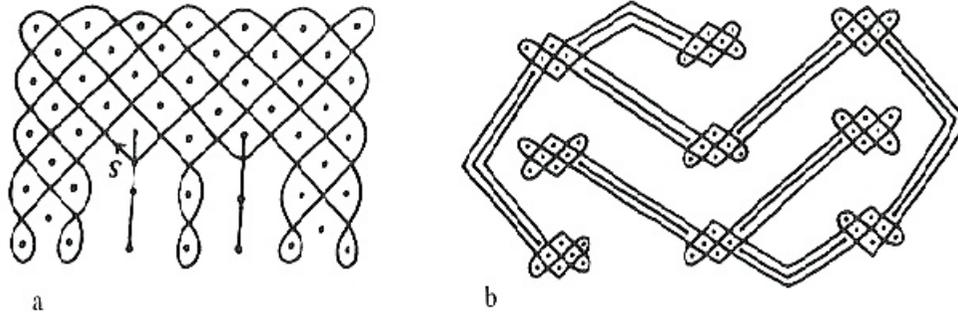


Figure 2

Dessins sona. Chez les Tshokwe (Afrique équatoriale), de telles figures sont tracées sur le sable pour accompagner les récits mythiques ; ils obéissent à des règles géométriques précises.

a) Un arbre muyombo

*b) Un labyrinthe en usage pour la sorcellerie
(D'après M. Ascher, ref. 6)*

nous de l'illustrer sur les systèmes de numération^x. La base 10 qui sert aux systèmes modernes, bien qu'elle corresponde vraisemblablement à la décadactylie humaine, n'est pas générale pour autant. Ainsi les Yuki, une ethnie amérindienne de Californie, utilisent-ils un système à base 8 (préfigurant nos octets informatiques), car ils comptent non pas *sur* leurs doigts, mais *entre*. Les Babyloniens, quant à eux, recouraient aux bases 12 ou 60, dont nous voyons encore la trace dans les 60 minutes de l'heure ou les 360 degrés du cercle. La terminologie additive des nombres à laquelle nous sommes habitués (vingt-cinq = vingt plus cinq), n'est pas plus inéluctable ; en chol, une langue maya du Chiapas, le comptage se fait par

vingtaine mais rapportée à l'unité supérieure : ainsi, 25 sera énoncé comme « cinq vers deux fois vingt » (que l'on peut expliciter en 5 à partir de 20 vers 40), et 500 comme « cinq fois vingt vers deux fois quatre cents » (soit 100 à partir de 400 vers 800). À un niveau plus profond que la simple terminologie, on trouve dans de très nombreuses langues des classificateurs numériques, chargés de fournir une information qualitative sur les objets dénombrés : le mot désignant le nombre sera marqué différemment (grâce à un jeu de suffixes ou d'affixes, par exemple) suivant la classe à laquelle il se réfère. Le maori connaît ainsi deux classes, suivant que l'on compte des humains ou non. Mais certaines langues ont plusieurs dizaines de

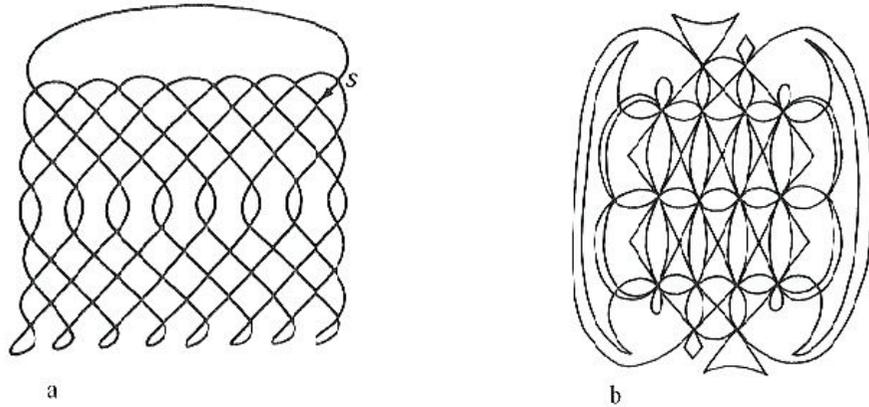


Figure 3

Dessins nitus, ayant une fonction rituelle à Malekula (Vanuatu, Océanie)

- a) *Le nid de l'aigle*
 - b) *Deux poissons tête-bêche*
- (D'après M. Ascher, ref. 6)

classificateurs numériques ; ainsi la langue dioi (Chine du Sud) n'en possède-t-elle pas moins de 55, dont voici quelques-unes des classes correspondantes : a/ dettes, crédits, comptabilité, b/montagne, murs, territoires, c/pipes à opium, sifflets, etc., d/rizières, e/ vêtements, couvertures, f/ potions, médicaments, g/ esprits, hommes, travailleurs, voleurs, h/filles, jeunes femmes, i/routes, rivières, cordes, j/enfants, piécettes, petits cailloux, k/paire de choses, etc. — liste bien supérieure à celle évoquée par Borges et reprise par Foucault. L'ethnologie paternaliste du dix-neuvième siècle voyait dans de tels systèmes une étape archaïque d'une "pensée primitive" qui n'aurait pas encore accès à l'abstraction totale d'un nombre in-

dépendant de ce qu'il dénombre. Mais on peut légitimement arguer que ces classificateurs correspondent à des distinctions d'une extrême pertinence pour les pratiques spécifiques de cette société. Au moins, n'est-il pas nécessaire d'inculquer aux enfants que l'addition n'a de sens que pour des objets de même nature, la langue même ne permettant pas d'ajouter des pommes et des poires (et des scoubidous).

Pour illustrer la variabilité culturelle des formes prises par les connaissances protoscientifiques, on pourrait également convoquer les descriptions du ciel nocturne. Si toute protoastronomie semble savoir distinguer les planètes (errantes) des étoiles

(fixes), et reconnaître la bande zodiacale, il s'en faut de beaucoup que les regroupements d'étoiles qui permettent de structurer le ciel soient universels. Sans doute, la Grande Ourse et Orion offrent-elles des figures assez marquantes pour être assez généralement reconnues comme telles — mais sous des appellations bien différentes, liées aux récits mythiques autochtones. Mais la plus grande partie de la voûte céleste est décrite de façon fort diverse. Ainsi, là où la tradition moyen-orientale puis occidentale identifie et nomme des ensembles stellaires assez amples, les constellations, la tradition chinoise considère des structures souvent moins étendues et regroupées différemment (dénommées "astérismes")^{xi}. Quand on sait la prégnance du découpage en constellations depuis l'Antiquité jusqu'à l'astronomie moderne, on voit déjà à quel point un contexte culturel donné marque de sa contingence les connaissances scientifiques les plus récentes.

préoccupations divinatoires, la numération maya^{xii}, réservée aux usages calendaires, à l'exclusion de toute fonction économique, l'arithmétique égyptienne, destinée à résoudre des calculs d'arpentage ou d'architecture et des problèmes de gestion de ressources, ou la géométrie grecque, d'essence plus philosophique que pratique, on voit bien que ce même mot de science peut désigner des pratiques fort différentes, tant par les formes d'organisation de la production de connaissances nouvelles que par les fonctions sociales de ces connaissances. C'est pourquoi nous avons choisi d'appeler "protosciences" des savoirs certes efficaces et objectivables, mais non-autonomes, intrinsèquement liés à telle ou telle activité technique, économique, mythique ou ludique. On réservera le terme de "science" à des formes de savoir abstraites, détachées au moins en large partie de leur origine pratique et de leur utilisation concrète¹.

...AUX SCIENCES

Le terme de "science" est d'une polysémie porteuse de profondes confusions, dont témoigne le vague des définitions proposées par les dictionnaires de langue usuels. De fait, à considérer de près l'astronomie des prêtres babyloniens, liée avant tout à des

En ce sens, la mathématique grecque est bien un exemple canonique de science. Les Grecs, en effet, élaborent un corps de doctrine qui transcende toute application pratique et se fonde sur la notion essentielle de preuve, culminant avec les *Éléments* d'Euclide. C'est cette mathématique que nous reconnaissons encore aujourd'hui comme une science archétypique, au risque d'oublier son enracinement dans une culture bien particulière. Il est pourtant devenu classique de lier l'innovation grecque quant à la

¹ Ce choix terminologique est évidemment problématique, dans la mesure où il risque de laisser croire à une succession historique inéluctable conduisant des "protosciences" aux "sciences", ce qui serait en contradiction avec le questionnement même du présent essai. Mais après tout, ce problème n'est pas neuf, et l'on accepte bien de parler de préhistoire ou de protohistoire, ou des "arts premiers", en toute conscience des ambiguïtés de ces termes.



Figure 4
Carte du ciel chinoise (d'après G. Schlegel, ref. 7)

notion même de preuve au développement de la démocratie athénienne, et à la nécessité d'emporter la conviction de l'interlocuteur par le jeu de l'argumentation ; le *logos* fonde la logique.

À titre de contre-exemple, on peut considérer les mathématiques égyptiennes^{xiii}. Elles possèdent des méthodes géométriques et arithmétiques permettant, à des fins d'arpentage, d'évaluer les aires de terrains de diverses formes, ou, pour l'architecture, de dresser des relevés, ou encore de tenir des comptabilités administratives détaillées de ressources alimentaires ou de forces de travail. Mais ces méthodes empiriques, à buts directement utilitaires, sont parfois exactes, parfois seulement approchées, quelques fois tout simplement erronées, en tout cas jamais démontrées. Il ne saurait cependant être question ici d'émettre un jugement de valeur qui conférerait à la mathématique grecque une dignité et une supériorité que l'on refuserait à une mathématique égyptienne considérée comme primitive et sous-développée. L'historiographie moderne a appris à évaluer chaque civilisation et en particulier ses productions scientifiques dans les termes mêmes de leur culture ambiante. Comme l'écrit A. Imhausen :

« (...) il est devenu évident que le savoir mathématique n'est pas universel. Il n'est pas indépendant de la culture où il est produit, et ne s'est pas universellement développé depuis des débuts élémentaires jusqu'à des

stades de connaissance plus avancés. Cette dépendance par rapport au contexte culturel commence déjà avec les systèmes de numération et les concepts numéraux, comme l'ont montré les travaux d'ethnomathématiques. Mais il en va de même pour les techniques et les concepts mathématiques plus avancés. »^{xiv}

D'ailleurs, le "miracle grec" ne constitue nullement une rupture inaugurale irréversible, qui ferait définitivement entrer la culture occidentale dans l'ère de la science au sens moderne du terme. Il n'est que de considérer le peu d'intérêt des Romains pour ce savoir abstrait, et la faiblesse de leurs contributions, lors même que sur le plan de la littérature et de la philosophie ils empruntent tant aux Grecs. Cet exemple, par le contraste qu'il met en évidence entre deux sociétés pourtant si proches, suffit sans doute déjà à révoquer en doute la notion d'universalité.

C'est la civilisation arabo-islamique qui redonnera à la culture une dimension scientifique majeure. Loin de se borner, comme on l'a trop dit, à transmettre la science antique grecque ou indienne, elle donnera à partir du huitième siècle, un prodigieux essor à nombre de disciplines scientifiques^{xv}. Mathématiques, optique, astronomie, géographie, médecine, les connaissances nouvelles s'écriront pour l'essentiel, de Samarcande à Saragosse, en arabe. Des mathématiciens comme al-Khwarizmi (IX^e siècle) ou Omar

178

La
Science
est-elle
universelle ?

al-Khayyam (le grand poète du XI^e siècle), des physiciens comme Ibn-al-Haytham (X-XI^e siècles) auront une avance, en algèbre comme en optique, de plusieurs siècles sur leurs successeurs européens. Mais, aussi novatrice soit-elle, cette science arabo-islamique opère dans des conditions idéologiques et politiques bien différentes de ce que sera la science européenne.

Les mêmes remarques vaudraient pour les sciences chinoises dont le développement, autonome jusqu'à l'arrivée massive des Européens (et des jésuites en particulier) au XVII^e siècle, montre de profondes spécificités, tant par ses thématiques de recherches que par ses formes d'organisation^{xvi}.

La science moderne, quant à elle, naît au début du XVII^e siècle en Europe (la "coupure galiléenne") et se caractérise par des traits originaux, étroitement liés à ceux de la société européenne. D'une part, l'émancipation et la montée en puissance des couches urbaines d'artisans confère au travail manuel et aux activités pratiques une légitimité et une dignité nouvelles ; de là, comme en témoigne le fameux texte de Galilée sur l'arsenal de Venise, l'ancrage nouveau de la science dans la technique, pour y puiser tant des thèmes de recherche (les principes de fonctionnement des machines simples) que des moyens d'investigation révolutionnaires : l'expérimentation active, relayant la simple observation passive. D'autre part, le contexte idéologique et religieux fournit d'efficaces

représentations métaphoriques du savoir ; l'idée de la nature comme un "Grand Livre" (Galilée encore) et la notion reliée, a priori si étrange de "lois de la Nature" trouvent évidemment leurs sources dans l'organisation politique et religieuse de la société. Mieux encore, le programme manifeste de mise en œuvre pratique à grande échelle du savoir théorique (Bacon : « Knowledge is power », et Descartes : « Devenir comme maîtres et possesseurs de la nature ») s'articule explicitement avec la mécanisation puis l'industrialisation du capitalisme naissant.

Il n'y a d'ailleurs aucune contradiction, bien au contraire, entre les déterminismes techno-économiques et le contexte idéologico-religieux, comme en témoigne une analyse du slogan baconien. Sa version originale est en vérité rédigée en latin, et un peu moins ramassée et frappante que sa vulgate : « *Scientia et potentia humana in idem coincidunt, quia ignoratio causæ destituit effectum* », soit « le savoir et le pouvoir humains s'identifient puisque l'ignorance de la cause prohibe l'effet ». C'est tout au moins la rédaction que l'on trouve dans la source usuellement donnée pour cette idée, à savoir le *Novum Organum* (livre 1, aph. 3), qui date de 1620. Il existe cependant une formule pratiquement identique dans un ouvrage de Bacon plus ancien, publié en 1597, et d'une tout autre nature, puisqu'il s'agit d'un traité théologique, *Meditationes Sacrae, De Heresibus*. De fait, dans cet ouvrage (rare), on trouve quasiment la même formule, sous la forme condensée :

« *Nam et ipsa scientia potestas est* ». La différence essentielle avec l'énoncé de 1620 est l'absence de l'adjectif *humana*. C'est que Bacon s'intéresse aux causes des hérésies, et cherche à révoquer l'explication selon laquelle elles découleraient d'une volonté humaine délibérée de choisir l'erreur. Dans une telle hypothèse, Dieu serait ou ignorant de ce choix, ou impuissant à l'empêcher. Ce qui est impossible, puisqu'il ne peut connaître ce qui va arriver sans l'autoriser : pour Lui, savoir, c'est pouvoir. Ainsi donc, aux sources d'un énoncé fondateur de l'esprit scientifique moderne, on trouve une méditation sur les hérésies religieuses. Car la reprise de la formule par Bacon, vingt ans plus tard et dans un tout autre contexte, n'est pas une simple coïncidence, mais témoigne d'un long cheminement de sa pensée sur le savoir et le pouvoir, de ceux que possède Dieu, vers ceux que cherche l'homme. Comme quoi, ainsi que l'a affirmé Feyerabend, « tout est bon » pour faire progresser la raison.

Les divers épisodes du développement scientifique ne peuvent en aucune manière être traités comme les phases successives d'un progrès continu et homogène. Les épisodes de culture scientifique, aussi intenses et variés soient-ils, se terminent en règle générale avant que d'être, plus tard, relayés ailleurs. Les ruptures et les décalages y sont plus marqués que les passages de relais — et souvent non moins féconds. Si un Needham a pu, dans sa monumentale entreprise de résurrection des sciences chinoises, être guidé par le souci de mettre en évidence

leur caractère précurseur et leur apport à la science occidentale, ce point de vue, aussi bien intentionné soit-il, se révèle aujourd'hui trop réducteur : les pratiques scientifiques chinoises ont des caractéristiques propres, tant épistémologiques que sociologiques, qui ne permettent nullement de les considérer comme un simple affluent du grand fleuve de la science. Il en va de même pour les sciences arabo-islamiques : la reconnaissance des dettes considérables de la science occidentale à leur égard n'autorise nullement à nier leur spécificité et à ne les valoriser que pour ces apports.

Il y a *des sciences*, non pas seulement au sens élémentaire où il existe des disciplines scientifiques diverses, mais surtout au sens où les modes de production, d'énonciation et d'application des connaissances diffèrent radicalement en fonction des lieux et des époques. On pourrait d'ailleurs arguer que l'une des meilleures preuves de la pluralité irréductible de ces différents épisodes est fournie par leur finitude temporelle. Tant la science gréco-alexandrine que la science chinoise et la science arabo-islamique ont connu le déclin, et pour des raisons spécifiques largement internes aux sociétés dans lesquelles elles se développaient. Il en va d'ailleurs pour les monuments intellectuels de la connaissance scientifique comme pour ceux, matériels, de nos cités : c'est souvent leur ruine et leur abandon qui permet l'irrespect avec lequel ils peuvent être pillés et leurs matériaux réemployés dans des structures et à des fins souvent bien différentes de leur destination initiale.

Pour achever de dissiper la conception commune d'une science universelle qui transcenderait les formes concrètes dans lesquelles elle s'incarnerait au gré des vicissitudes historiques grâce à la continuité temporelle qu'assurerait une transmission d'héritage successifs, il n'est que de constater l'existence de civilisations sans pratiques scientifiques propres, mais non moins développées pour autant. L'exemple princeps ici est celui de Rome, comme il est aisé de le constater. Tout un chacun peut sans mal citer un nombre conséquent de savants grecs, entre Ionie et Alexandrie, de Pythagore à Hypatie, de Thalès à Euclide, d'Archimède à Héron, de Hipparque à Ptolémée, et tant d'autres. Mais quels noms viennent à l'esprit si l'on convoque des scientifiques latins de renom ? Un naturaliste compilateur et crédule, Plin l'Ancien (et son neveu), un architecte, Vitruve, un agronome, Columelle, et puis ? Les Romains qui empruntèrent tant aux Grecs conquis, en philosophie, en poésie, en mythologie, en sculpture, en architecture, n'assumèrent nullement leur héritage scientifique. Cela n'empêcha nullement la domination, longue et prospère, qu'ils exercèrent sur l'Europe occidentale et la Méditerranée.

LA SCIENCE D'E.T.

Une des questions scientifiques les plus passionnantes d'aujourd'hui est celle de

l'existence de formes de vie extra-terrestres, et par-delà, de formes "intelligentes". Déjà, certaines sondes spatiales, destinées à sortir du Système Solaire, emportent des messages à destination d'éventuels collègues extra-terrestres. Aussi abstrait qu'en soit le codage, il suppose quand même chez leur récipiendaire des modes de connaissance commensurables avec les nôtres et donc une forme maximale d'universalité de la science, au sens propre du mot, puisque concernant l'Univers tout entier. Mais imaginons une espèce vivante et pensante tout à fait étrangère à la nôtre — sans pour autant reposer sur des principes biologiques radicalement différents (comme la science-fiction a pu en inventer, à l'instar du "nuage noir" de Hoyle, de nature électromagnétique). Soit donc, dans le cadre d'une biochimie voisine de celle qui nous anime, un genre d'invertébrés vivant dans les grands fonds océaniques de la planète qui les héberge. On peut concevoir que l'évolution conduise de tels êtres à développer des capacités de communication, une organisation collective et une connaissance active de leur milieu — une civilisation, en quelque sorte ; après tout, les céphalopodes terrestres n'ont-ils pas la réputation d'avoir une intelligence animale assez subtile déjà ?

Les sens mis en œuvre par de tels êtres seraient hiérarchisés d'une façon bien différente de celle que nous connaissons : dans l'obscurité abyssale, la vision serait seconde, et le toucher, sans doute évolué en sensations chimiotactiles subtiles et diversifiées,

serait premier. En seraient affectés tant les dispositifs communicationnels que les perceptions du monde. Le développement des savoirs de tels êtres procéderait évidemment dans un ordre complètement différent du nôtre. Dans ce monde fluide et plein, une mathématique du continu devrait précéder l'arithmétique du discret, la chimie viendrait bien avant la physique, la mécanique des fluides devancerait celle des solides, etc. Le développement d'une astronomie serait des plus tardifs et demanderait des moyens d'investigation de très haute technicité^{xvii}. Mais surtout, le langage utilisé (quel qu'en soit le support physique, probablement pas sonore) fournirait aux savoirs "scientifiques" des représentations métaphoriques, des associations mentales, des structures épistémiques si différentes des nôtres que les échanges avec une telle civilisation, à supposer même qu'ils soient rendus matériellement possibles, poseraient de très redoutables problèmes de traduction, à côté desquels ceux que nous avons eu à affronter sur Terre entre cultures différentes ne seraient que bagatelles. Rien ne garantit à l'avance la possibilité d'une telle intercompréhension.

Laissons là une expérience de pensée quelque peu hasardeuse. Mais, en portant à son acmé la question de l'universalité de la science, elle n'est peut-être pas totalement inutile.

AUJOURD'HUI LA SCIENCE, DEMAIN LA TECHNOSCIENCE

Il faut bien pourtant convenir que la science, aujourd'hui, est au moins sur notre planète, universalisée. Les physiciens travaillent sur les mêmes sujets et avec les mêmes accélérateurs à Genève et à Chicago, les biologistes font les mêmes expériences à Tokyo et à Paris, les astronomes utilisent les mêmes télescopes au Chili et à Hawaii. Mais cette mondialisation n'est autre que la victoire d'un certain type de science "occidentale", initialement européenne, puis états-unienne. De cet état de fait, sans doute irréversible, on ne saurait tirer un jugement de valeur intrinsèque. La raison du plus fort est toujours la meilleure, quand bien même il s'agirait de la raison scientifique.

Cette domination spatiale n'implique pourtant aucun privilège temporel. Tout comme les sciences grecque, chinoise, arabe, il se pourrait bien que la science occidentale (ou mondiale, c'est désormais la même chose) soit mortelle, et même, au terme de quatre siècles de développement, déjà moribonde. Son efficacité même, qui lui a permis, à partir du XIX^e siècle, de réaliser le programme baconien et cartésien, se retourne maintenant contre elle. La commande sociale, ou, plus précisément, marchande, place le développement scientifique sous l'empire de contraintes de productivité et de rentabilité à court terme. La possibilité

182

La
Science
est-elle
universelle ?

de recherches spéculatives fondamentales sans garantie de succès immédiat devient de plus en plus illusoire. Ainsi se dénoue de façon insidieuse la conjonction, assez étonnante après tout et historiquement très particulière, entre la spéculation et l'action, qui a caractérisé la science occidentale pendant deux siècles. Le régime de la technoscience, dans lequel nous sommes entrés, concrétise, sans doute pour assez longtemps, un

nouvel avatar de cette activité décidément pluriverselle qu'est "la" science.

Mais si d'autres lieux et d'autres temps ont pu donner aux connaissances que nous considérons comme scientifiques des fonctions intellectuelles et matérielles si différentes de d'aujourd'hui, comment ne pas laisser ouverte la question de leur statut dans la (les) civilisation(s) de l'avenir ?

Jean-Marc LÉVY - LEBLOND

Professeur émérite de l'Université de Nice

Directeur de la revue Alliage

NOTES

ⁱ E. Renan, *L'avenir de la science*, 1848/1890 [Flammarion, 1999].

ⁱⁱ F. Joliot-Curie, discours du 12 novembre 1945, quatre mois après les bombardements nucléaires sur Hiroshima et Nagasaki, qui n'ont guère amené la paix « dans les âmes » et ont, en revanche, semé des terreurs bien visibles...

ⁱⁱⁱ Voir A. Dahan, « La tension nécessaire : les savoirs scientifiques entre universalité et localité », *Alliage* n°45-46 ("Dialogue transculturel n°2"), pp. 116-124 (hiver 2000).

^{iv} T. Rothman & H. Fukagawa, « Géométrie et Religion au Japon », *Pour la science*, n°249 (juillet 1998).

H. Fukagawa & D. Pedoe, *Japanese Temple Geometry, Problems San Gaku*, Charles Babbage Research Foundation, Winnipeg, 1989.

H. Fukagawa & J. F. Rigby, *Traditional Japanese Mathematics Problems of the 18th and 19th Century*, Scientific Publishing, Singapore, 2002.

^v Voir A. Horiuchi, « Les mathématiques peuvent-elles n'être que pur divertissement ? Une analyse des tablettes votives de mathématiques à l'époque d'Edo », *Extrême-Orient, Extrême-Occident*, vol. 20, Presses Universitaires de Vincennes, 1998

^{vi} Merci à, F. Balibar, F. Demay, A. Djebbar, S. Khaznadar, J.-P. Lefebvre, D. Proust, Y. Rabkin, T. Tokieda pour leurs précieuses indications linguistiques.

^{vii} D'après le *Dictionnaire historique de la langue française*, Le Robert, 1992.

^{viii} S. Shapin, *La Révolution scientifique*, Flammarion, 1998, pp. 16-17.

^{ix} D. Proust, D. Abbou, B. Proust, « À l'écoute de la science », *Alliage* n° 59, à paraître

^x Les exemples qui suivent sont tirés de l'ouvrage de M. Ascher, *Mathématiques d'ailleurs (nombres, formes et jeux dans les sociétés traditionnelles)*, Seuil, 1998. On trouvera dans cet ouvrage bien d'autres exemples touchant à des activités de type géométrique ou logiques. La postface de K. Chemla et S. Pahault, « Écritures et relectures mathématiques », apporte un précieux éclairage théorique sur l'idée même de mathématique et sur sa problématique universalité.

^{xi} G. Schlegel, *Uranographie chinoise*, Martinus Nijhoff, La Haye, 1875 (rééd. So-Wen, Milano, 1977). Notons que, contre toute évidence, l'auteur cherche à montrer que l'astronomie primitive occidentale a été empruntée à la Chine, où le découpage de la sphère céleste aurait été fixé « dix-sept mille ans avant l'ère chrétienne ».

^{xii} Pour une approche des numérations mayas, d'un considérable raffinement (on y distingue deux types de zéro, ordinal et cardinal), voir A. Cauty, « L'arithmétique maya », *Pour la science*, dossier n°47, avril-juin 2005, pp. 12-17, et A. Cauty & J.-M. Hoppan, « Et un, et deux zéros mayas », *Pour la science*, dossier n°47, avril-juin 2005, pp. 18-21.

^{xiii} Voir J. Ritter, « Chacun sa vérité : les mathématiques en Égypte et en Mésopotamie », in M. Serres (éd.), *Éléments d'histoire des sciences*, Bordas, 1989, pp. 39-61.

J. Ritter, « Egyptian Mathematics », in H. Selin (ed.), *Mathematics Across Cultures: The History of Non-Western Mathematics*, Kluwer, 2000, pp. 115-136.

A. Imhausen, « Ancient Egyptian Mathematics: New Perspectives on Old Sources », *The Mathematical Intelligencer*, n° 28, hiver 2006, pp. 19-27.

xiv A. Imhausen, *op. cit.*, p. 20.

xv On trouvera une introduction synthétique à la science arabo-islamique dans l'ouvrage de A. Djebbar (avec J. Rosmorduc), *Histoire de la science arabe*, Seuil (Points-Sciences), 2001.

Pour des études détaillées, voir R. Rashed (ss la dir. de), *Histoire des sciences arabes* (3 tomes), Seuil, 1997.

Voir aussi A. Djebbar, « Universalité et localité dans les pratiques scientifiques des pays d'Islam », *Alliage* n° 55-56 (Dialogue transculturel n° 3), pp. 35-42, 2004.

xvi La référence nodale, en ce qui concerne la science chinoise, reste l'œuvre de J. Needham,

Science and Civilization in China, Sont disponibles en français les ouvrages de Needham suivants : *La science chinoise et l'Occident*, Seuil, 1973 ; *La tradition scientifique chinoise*, Hermann, 1974 ; *Dialogue des civilisations Chine-Occident*, La Découverte, 1996. Voir aussi « Hommage à Joseph Needham » in *Alliage* n°41-42 (*Dialogue euro-chinois* n°1), hiver 1999, pp. 173-190.

xvii Dans une perspective semblable, mais un peu moins extrême, un article de E. B. Davies recourt à la fiction d'une Terre imaginaire couverte en permanence par un épais voile nuageux pour étudier le rôle de l'astronomie (inexistante sur ce monde) dans l'histoire de nos sciences (arXiv: physics/0207043).