

Gingras - Keating - Limoges

DU SCRIBE AU SAVANT

Les porteurs du savoir de l'Antiquité
à la révolution industrielle

BORÉAL
COMPACT

Aucroy

Ego es nō medius nisi u

est duobz modis. s. u
unūsalr ut nō mā
magis hāt apertū

*À recommander à tous ceux
qui aiment bien se coucher
chaque soir un peu plus
intelligents que la veille.*
Pierre Monette

Les Éditions du Boréal
4447, rue Saint-Denis
Montréal (Québec) H2J 2L2
www.editionsboreal.qc.ca

Extrait de la publication

DU SCRIBE AU SAVANT

DES MÊMES AUTEURS

YVES GINGRAS

- Sciences & Médecine au Québec. Perspectives sociohistoriques* (en codirection), Institut québécois de recherche sur la culture, 1987.
- Les Origines de la recherche scientifique au Canada. Le cas des physiciens*, Boréal, 1991.
- Physics and the Rise of Scientific Research in Canada*, trad. Peter Keating, McGill-Queen's University Press, 1991.
- Building Canadian Science: The Role of the National Research Council* (en codirection), Canadian History of Science and Technology Association, 1992.
- Pour l'avancement des sciences. Histoire de L'ACFAS, 1923-1993*, Boréal, 1994.
- Science, culture et nation*, textes du frère Marie-Victorin choisis et présentés par Yves Gingras, Boréal, 1996.
- Éloge de l'homo techno-logicus*, Fides, 2005.
- Les Transformations des universités du XIII^e au XXI^e siècle* (en codirection), Presses de l'Université du Québec, 2006.
- Parlons sciences. Entretiens avec Yanick Villedieu sur les transformations de l'esprit scientifique*, Boréal, 2008.
- Histoire des sciences au Québec. De la Nouvelle-France à nos jours* (avec Luc Chartrand et Raymond Duchesne), nouvelle édition, Boréal, 2008.

PETER KEATING

- La Science du mal. L'institution de la psychiatrie au Québec 1800-1914*, Boréal, 1993.
- Santé et Société au Québec, XIX^e-XX^e siècle* (en codirection), Boréal, 1995.
- Exquisite Specificity: The Monoclonal Antibody Revolution* (avec Alberto Cambrosio), Oxford University Press, 1995.
- Biomedical Platforms: Realigning the Normal and the Pathological in Late Twentieth-century Medicine* (avec Alberto Cambrosio), MIT Press, 2003.

CAMILLE LIMOGES

- La Sélection naturelle*, Presses universitaires de France, 1970.
- L'Équilibre de la nature*, textes de Carl Linné traduits du latin par Bernard Jasmin, avec une introduction et des notes de Camille Limoges, Vrin, 1972.
- Studies in History of Biology* (en codirection), Johns Hopkins University Press, 7 volumes, 1977-1984.
- The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies* (en collaboration), Sage, 1994.
- François Blanchet* (avec Stéphane Castonguay), VLB, 2004.

Yves Gingras, Peter Keating
Camille Limoges

DU SCRIBE AU SAVANT

Les porteurs du savoir
de l'Antiquité à la révolution industrielle

Boréal

Les Éditions du Boréal reconnaissent l'aide financière du gouvernement du Canada par l'entremise du Programme d'aide au développement de l'industrie de l'édition (PADIE) pour ses activités d'édition et remercient le Conseil des Arts du Canada pour son soutien financier.

Les Éditions du Boréal sont inscrites au programme d'aide aux entreprises du livre et de l'édition spécialisée de la SODEC et bénéficient du programme de crédit d'impôt pour l'édition de livres du gouvernement du Québec.

Illustration de la couverture : Averroès (1126-1198) conversant avec Porphyre (as. lat. 6823 ful. 2), XIII^e siècle, Paris, Bibliothèque nationale de France. © Giraudon

© Les Éditions du Boréal 1998 pour l'édition originale
© Les Éditions du Boréal 1999 pour la présente édition
Dépôt légal : 4^e trimestre 1999
Bibliothèque nationale du Québec

Diffusion au Canada : Dimedia
Diffusion et distribution en Europe : Volumen

Données de catalogage avant publication (Canada)

Gingras, Yves, 1954-

Du scribe au savant : Les porteurs du savoir de l'Antiquité à la révolution industrielle
(Boréal compact ; 105)

Comprend des réf. bibliogr. et un index

ISBN 978-2-7646-0004-7

1. Scientifiques – Histoire. 2. Savants – Histoire. 3. Sciences – Histoire. I. Keating, Peter, 1953- .
II. Limoges, Camille. III. Titre.

Q125.G56 1999 509'.2'2 C99-941489-5

*À la mémoire de notre collègue et ami
Michel Grenon,
historien des Lumières,
passionné des sciences modernes*

Introduction

La plupart des historiens conçoivent la science comme un ensemble de concepts rendant compte du monde environnant (et de sa genèse) par des causes naturelles. La science se réduit alors à la pensée rationnelle et trouve ses racines en Grèce antique. À cette définition restrictive et axée sur l'activité théorique s'oppose une conception plus large de la science qui englobe toutes les activités par lesquelles l'homme contrôle son environnement. De ce point de vue, la science est aussi vieille que l'humanité et lui est même antérieure, puisque certains animaux utilisent aussi des outils et cherchent à contrôler leur environnement.

Selon la définition que l'on adopte, le plan d'un ouvrage d'histoire des sciences et son extension temporelle différeront. Plutôt que de trancher entre diverses définitions de la science, il nous est apparu préférable — et surtout plus conforme à la pratique historique — de concentrer notre attention sur les différents *modes d'appréhension de la nature* adoptés à diverses époques de l'histoire des civilisations, dans les domaines d'activités qui relèvent de ce que l'on appelle aujourd'hui les sciences. Ainsi, au lieu de se demander si les Égyptiens ou les Babyloniens font vraiment de la science ou ne font que de la « proto-science », il semble plus fécond de cerner leur façon particulière d'observer le ciel et de l'interpréter, de calculer, d'user de figures géométriques ou de soigner les malades.

En s'interrogeant ainsi sur les modes d'appréhension de la nature, on reconstruira les grands paradigmes qui, à différentes périodes, ont fixé les cadres de l'interprétation et de la transformation de la nature dans l'histoire du monde occidental, de l'Antiquité à la révolution industrielle. On verra par

exemple que ce qui distingue le savoir grec des savoirs égyptien et babylonien, c'est moins leur caractère plus ou moins « scientifique » que leur mode d'organisation : axiomatique, géométrique et déductif pour le premier ; algorithmique et fondé sur des listes pour les seconds. On verra aussi que, après avoir atteint son apogée à l'époque hellénistique, le mode grec d'appréhension de la nature se diffusera d'abord dans le monde arabe et prendra ensuite une assise institutionnelle dans les universités, qui font leur apparition en Europe à compter du XII^e siècle. L'importance de cette conception du monde est telle que ce sera encore sur cette fondation que s'opérera la révolution scientifique du XVII^e siècle, la vision géométrique du monde ne cédant en effet la place à une conception analytique qu'à compter du début du XVIII^e siècle.

C'est d'ailleurs parce qu'ils participent d'une vision analytique du monde que les scientifiques d'aujourd'hui peuvent difficilement lire un livre essentiellement géométrique comme les *Principia* de Newton, qui est pourtant le livre fondateur de la dynamique classique. Le milieu du XVIII^e siècle fournit ainsi une coupure qui s'impose sur les plans tant conceptuel que social avec le déclenchement de la révolution industrielle et clora donc ce premier volume.

C'est en effet vers 1750 que se trouvent mis en place, du point de vue non seulement de la connaissance du monde physique, mais également de l'entreprise technique, les fondements du monde dans lequel nous vivons aujourd'hui. Aussi bien les principes de l'intelligibilité de ce monde que ceux de la technologie qui va le transformer davantage en deux siècles qu'au cours de toute l'histoire antérieure. En un sens, nous nous basons encore largement sur des principes établis par la science de la génération de Newton de même que sur leurs applications.

Après 1750, cette dernière va se déployer de façon accélérée et transformer la planète. D'ailleurs, on a acquis plus de connaissances et mis au point plus de technologies depuis cette date qu'au cours de tous les siècles précédents, le processus de progression exponentielle débutant à cette époque. La durée n'a rien à voir là-dedans : pour ce qui est tant de la connaissance du monde que de la substitution d'un environnement technologique à un environnement naturel, le plateau de la balance n'est pas moins lourd pour les 250 ans qui se sont écoulés depuis 1750 que pour toute la période antérieure. Il sera donc légitime de consacrer tout un volume à ce dernier quart de millénaire.

En plus de prêter attention aux différentes conceptions du monde qui se sont succédé depuis 5 000 ans, nous nous intéressons aux *porteurs du savoir*, c'est-à-dire à ceux qui, à différentes périodes de l'histoire, proposent des façons nouvelles de concevoir la nature et d'interagir avec elle. Nous mettons

donc au centre de notre enquête les acteurs qui ont produit, conservé et disséminé le savoir, en insistant sur leur enracinement dans l'organisation sociale et les institutions de leur temps, sur leurs moyens de travail, intellectuels et matériels, et sur la nature et les buts des activités dans lesquelles ils étaient engagés. Une telle approche a l'avantage de bien faire ressortir la spécificité des savoirs et leur relation avec des formes institutionnelles particulières et datées. Elle nous permet aussi d'intégrer dans notre histoire les imprimeurs, les cartographes et les navigateurs, figures souvent périphériques dans les ouvrages d'histoire des sciences (chapitre 5).

Ainsi, le scribe est le premier type de porteur de savoir qui codifie les connaissances en usant d'une technique nouvelle : l'écriture (chapitre 1). Le philosophe qui fait son apparition dans les petites cités-États de la Grèce antique apporte une façon différente de conceptualiser l'univers, conceptualisation reprise et développée par la suite dans le monde occidental (chapitres 2 et 3). En effet, si l'on remonte le fil du temps, il est clair que les scientifiques d'aujourd'hui sont les héritiers de la tradition gréco-arabe, institutionnalisée dans les universités médiévales où émergea la figure du clerc (chapitre 4) ; cette tradition sera encore à l'œuvre dans les discours des humanistes (chapitre 6), des savants et des naturalistes regroupés autour des académies au tournant du xvii^e siècle. Ces savants vont progressivement rompre avec la tradition et récuser la conception de l'univers qui prédomine alors dans le monde occidental depuis près de deux millénaires (chapitres 7, 8 et 9).

On trouvera donc ici non pas une histoire « mondiale » de la science — montage généreux mais, par définition, artificiel de traditions qui, en plus d'être différentes, sont en bonne partie incommensurables —, mais plutôt celle des modes de pensée qui se sont succédé dans le monde occidental, écrite du point de vue de l'expérience occidentale et ce avant tout pour des raisons de cohérence historiographique. Par conséquent, nous ne nous attardons pas sur la science de l'Inde ancienne, de la Chine, des pays islamiques ou des sociétés précolombiennes en particulier, si ce n'est pour noter l'importance qu'à un moment ou l'autre ces sociétés ont eue dans l'évolution de la science en Occident. Le lecteur que ces civilisations intéressent pourra trouver pour certaines d'entre elles des synthèses encyclopédiques récentes¹.

On déplore, depuis un certain nombre d'années, l'absence d'ouvrages de synthèse en histoire des sciences. Cela est dû, entre autres, au fait qu'il est impossible de traiter l'ensemble des découvertes importantes faites dans les différentes sciences depuis plus de trois siècles dans les limites d'un seul volume de taille raisonnable. Il existe déjà de bonnes encyclopédies et d'excellentes histoires de la plupart des grandes disciplines scientifiques (chimie,

physique, mathématiques, géologie, etc.) ; il n'est donc pas nécessaire de les résumer en un seul volume. Ce qui manque, c'est plutôt une vision globale des transformations de ces savoirs dans l'histoire des civilisations. En d'autres termes, si plusieurs histoires « verticales » tiennent compte des apports historiographiques récents, aucune histoire « horizontale » n'a tenté de brosser un tableau de l'évolution des sciences, des origines à la révolution industrielle. Par ailleurs, les auteurs hésitent à sortir du cadre disciplinaire du savoir. Or, essayer de décrire dans un même ouvrage le savoir produit par toutes les disciplines ne peut que résulter en une concaténation indigeste.

Pour mener à bien une entreprise de synthèse dans les limites d'un seul volume, il est nécessaire d'adopter une approche donnant la possibilité de faire un survol qui ne soit pas soumis aux rigidités disciplinaires, lesquelles ne se sont d'ailleurs vraiment installées qu'à compter du XIX^e siècle. C'est ce que les notions de « mode d'appréhension de la nature » et de « porteur du savoir » que nous introduisons ici nous permettent de tenter. Le lecteur qui cherche une démonstration de la loi de la chute des corps de Galilée, ou du théorème de Pythagore devra donc consulter les ouvrages consacrés à l'histoire dite « interne » de ces disciplines. Bien qu'elle soit attentive aux formes institutionnelles dans lesquelles évoluent les porteurs du savoir, notre approche ne se limite pas à l'histoire dite « externe » des sciences, car elle s'attache aussi à décrire les transformations conceptuelles survenues au cours de l'histoire.

Bien sûr, une telle tentative de synthèse n'est possible que grâce aux nombreux travaux des spécialistes en histoire des sciences, discipline qui s'est considérablement renouvelée au cours des 30 dernières années et qui, après avoir été exclusivement centrée sur les grandes théories (Ptolémée, Copernic, Galilée, Newton), s'est tournée vers l'histoire sociale des sciences, c'est-à-dire une histoire qui s'intéresse non seulement aux résultats de l'activité scientifique (les concepts et les théories), mais avant tout aux transformations des exigences de cette activité elle-même dans différentes parties du monde à diverses époques. Si la mise en forme particulière que nous avons privilégiée peut prétendre à quelque originalité, elle n'en est pas moins tributaire de l'ensemble de ces travaux.

Dans cet ouvrage, nous portons essentiellement notre attention sur les domaines habituellement visés par le terme « science », à l'exception peut-être de la médecine qui occupe ici une place importante alors que, à l'instar de l'histoire des techniques, elle est souvent traitée de façon séparée. Quant aux savoir-faire techniques, ils interviennent dans notre étude avant tout comme éléments de contexte permettant de comprendre des transformations économiques, sociales ou institutionnelles et, à l'occasion, sous forme d'instruments

(lunettes, microscopes, etc.), mobilisés pour la connaissance à laquelle ils donnent accès. Les savoirs scientifiques et les savoir-faire techniques étant portés par des agents différents qui ont peu de contact entre eux avant la Renaissance, il serait d'ailleurs artificiel de vouloir les traiter de concert. Rappelons en effet que les interactions soutenues entre science et technique constituent un phénomène relativement récent, qui ne prend de l'importance qu'au milieu du XIX^e siècle dans des secteurs comme l'industrie chimique et celle de l'équipement électrique.

Les connaissances inscrites dans la généalogie de ce que l'on appelle maintenant la science sont celles qui étaient caractérisées par une volonté d'explication rationnelle, par un souci d'appuyer la validité de ce que l'on tenait pour vrai soit par la démonstration, soit par la mise à l'épreuve dans la discussion, dans la critique — ce qu'Aristote nommait la dialectique —, soit encore par l'expérience et, plus tard, par l'expérimentation. Les connaissances à caractère rationnel ont une histoire et, de ce fait, ne se sont pas développées dans un splendide isolement. Faire l'histoire des sciences, ce sera donc aussi faire l'histoire des relations d'emprunt, de contamination, d'exclusion, de conflit, etc., que n'ont cessé d'entretenir ces savoirs, soucieux qu'ils étaient de validation rationnelle avec d'autres formes de savoirs, de croyances, de convictions.

Cet ouvrage d'introduction s'adresse non seulement aux étudiants, mais à tout lecteur que l'histoire intéresse. Il vise aussi à montrer que l'histoire des sciences n'est pas une spécialité absconse réservée aux scientifiques de formation, mais qu'elle constitue une partie intégrante de la connaissance historique. À ce titre, il apportera un éclairage essentiel à quiconque se soucie de comprendre comment la société dans laquelle il vit aujourd'hui est imprégnée de science et de technologie. Nous avons pris le parti d'écrire un livre dont l'abord n'aura d'autres préalables que la curiosité et la volonté de comprendre.

REMERCIEMENTS

Il va de soi qu'une telle tentative de synthèse ne saurait être possible sans les conseils de collègues qui ont accepté de lire différentes versions des chapitres pour nous faire bénéficier de leurs connaissances et de leurs suggestions et nous éviter ainsi nombre d'erreurs. Nous tenons donc à remercier nos collègues Janick Auberger, Michel Guay, Michel Hébert et Lise Roy, de l'Université du Québec à Montréal, Alberto Cambrosio de l'Université McGill, Jean Eisens-taedt, de l'Université Pierre et Marie Curie, et Alexander Jones, de l'Université

de Toronto, qui ont bien voulu faire une lecture attentive de divers chapitres. Michel Guay a aussi eu l'amabilité de préparer pour nous les figures 1.5 et 1.9. Merci aussi à notre collègue et ami Craig Fraser, de l'Université de Toronto, qui a bien voulu nous procurer, à la Fisher Rare Book Library, les photos des gravures tirées des ouvrages de Tartaglia. La plupart des autres illustrations proviennent de la collection Léo-Pariseau du Service des livres rares de l'Université de Montréal.

Un remerciement tout spécial s'adresse à Marc Couture, de la Télé-Université. Dans le cadre de notre collaboration à la conception du cours « SCI-1021 : Sciences, techniques et civilisations », offert par son établissement, il a lu l'ensemble des chapitres et fait de nombreuses suggestions. Il a également conçu les cartes et la majorité des figures. Nous sommes aussi redevables à notre assistante Lucie Comeau pour ses recherches et vérifications bibliographiques. Il faut toutefois rappeler que nous demeurons les seuls responsables des erreurs de fait ou d'interprétation qu'on ne manquera pas de trouver dans un tel ouvrage.

CHAPITRE 1

Les scribes : porteurs du savoir en Mésopotamie et en Égypte ancienne

L'histoire des sciences ne commence véritablement qu'avec l'écriture, qui seule permet d'enregistrer le savoir. Les civilisations mésopotamienne et égyptienne retiendront donc notre attention dans ce chapitre, car elles ont été les plus anciennes à user de l'écriture et à s'en servir pour effectuer des calculs (arithmétiques et géométriques) et pour consigner des observations astronomiques et médicales.

Comme nous allons le voir, les Mésopotamiens ont, de façon générale, développé ces pratiques davantage que les Égyptiens. Néanmoins, ces deux civilisations sont comparables à plusieurs égards. Toutes deux ont mis au point un système d'agriculture qui a permis un niveau relativement élevé d'urbanisation, et chacune a vu apparaître des scribes chargés de gérer les activités de leur société. Occupant des fonctions administratives, religieuses et médicales, ces derniers sont parvenus à une forme de savoir où la magie et la connaissance positive étaient inextricablement liées. Les scribes sont ainsi les premiers porteurs du savoir écrit dans l'histoire de l'humanité.

Notre connaissance des sciences et des techniques de la Mésopotamie est largement tributaire des nombreuses fouilles archéologiques menées principalement en Irak. Elle est relativement récente, les premières fouilles ne datant que du milieu du XIX^e siècle. Parmi les découvertes les plus importantes pour l'histoire des sciences et des techniques, on trouve des tablettes et autres objets en argile qui portent les signes de la plus ancienne écriture connue. Bien que

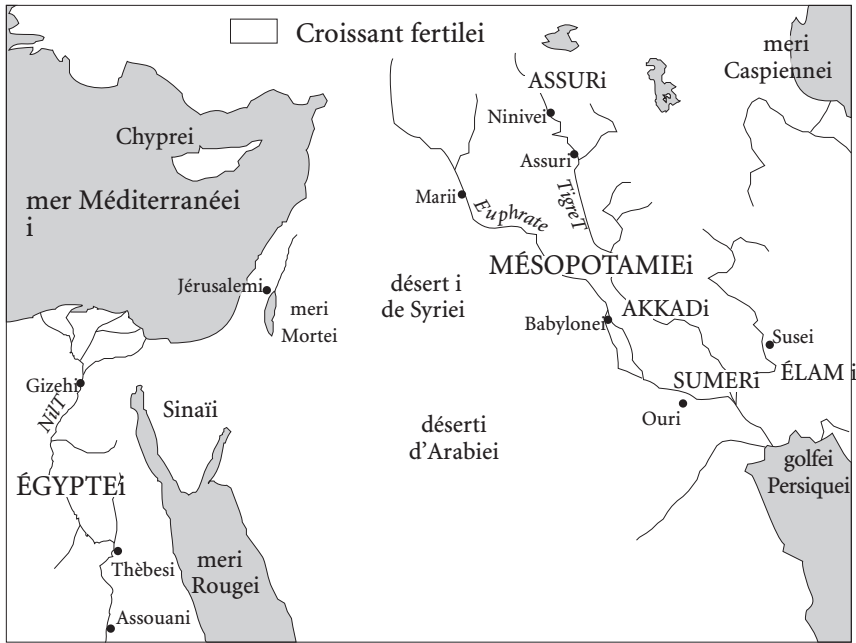


Figure 1.1. La Mésopotamie et l'Égypte antique.

les premiers exemples de cette écriture — disparue depuis le commencement de notre ère et dite « cunéiforme » en raison de ses signes en forme de coin — aient été connus depuis le début du XVIII^e siècle, leur déchiffrement a pris plus de 100 ans¹. De fait, les premières traductions complètes en langues modernes du sumérien et de l'akkadien — les deux langues mésopotamiennes les plus importantes utilisant l'écriture cunéiforme —, n'apparaissent qu'à l'aube du XX^e siècle².

On compte aujourd'hui au moins 500 000 tablettes en argile dans les musées de l'Occident et du Moyen-Orient, et on en découvre de nouvelles chaque année. Or, ce demi-million de tablettes représentent, selon certaines estimations, pas plus de 0,02 % de la production écrite de la Mésopotamie antique³. Néanmoins, nous disposons pour cette civilisation de 100 fois plus de documents que pour l'Égypte ancienne. Dans ce dernier cas, mis à part celles qu'on trouve sur les murs des temples et autres monuments, la plupart des inscriptions sont conservées sur des papyrus, malheureusement beaucoup moins durables que l'argile utilisée par les Mésopotamiens. Par contre, les tombes égyptiennes des diverses époques nous fournissent une riche documentation visuelle qui nous apprend beaucoup de choses sur les activités quotidiennes, telles que l'agriculture, l'artisanat, les constructions, le transport, etc.

LE PROCESSUS DE CIVILISATION ET L'INVENTION DE L'ÉCRITURE

Les découvertes archéologiques des dernières 150 années permettent de se faire une idée de la façon dont ont émergé les deux civilisations. Les premiers villages découverts au Proche-Orient ne remontent qu'au septième millénaire avant notre ère. L'existence d'habitations permanentes témoigne du passage d'une vie nomade à une vie sédentaire. Cette vie sédentaire repose sur la maîtrise de l'agriculture et notamment sur les techniques d'irrigation donnant la possibilité d'accroître le rendement agricole des terres alluviales et de produire un surplus agricole qui sera consommé dans les villes.

Les historiens font commencer la période proprement historique de la civilisation mésopotamienne vers l'an 3500 av. J.-C., date de l'apparition de l'écriture dans la zone sud de la Mésopotamie, constituée alors de petites communautés urbaines et agricoles telles que Sumer et Suse. La croissance subséquente des villes et de cités-États comme Our, qui vers 2600 av. J.-C. pouvait compter 24 000 habitants sur une superficie de 150 hectares, mena à l'établissement de véritables empires⁴. Le premier, fondé par les Sumériens vers 2325, s'étendit sur toute la Mésopotamie. Cet empire fut renversé peu de temps après (vers 2300) par les Akkadiens, qui habitaient un peu plus au nord et dont la principale ville était Akkad. Parlant une langue d'origine sémitique, les Akkadiens furent néanmoins profondément marqués par la culture sumérienne. Plus stable que le précédent, l'empire qu'ils érigèrent sur le territoire mésopotamien allait durer 150 ans. Il fut suivi d'une série de migrations et d'invasions par des voisins qui établirent des empires de durée variable, comme celui dont le centre était Babylone. L'un des tout derniers conquérants de l'Antiquité fut Alexandre le Grand qui détruisit l'Empire perse en 331 av. J.-C et incorpora la Mésopotamie à l'Empire hellénistique, dont la métropole était Alexandrie.

Pour l'Égypte, l'unification politique de l'ensemble de la vallée, de la Méditerranée jusqu'à Assouan, remonte à 3100 av. J.-C., date de la formation de la première dynastie. Protégée des grands mouvements de population qui se produisirent régulièrement dans le reste du Proche-Orient, le système pharaonique connut une grande stabilité tout au long de ses 3 000 ans d'histoire. Au milieu du second millénaire, l'État égyptien atteignit un sommet inégalé, étendant son contrôle sur l'ensemble du couloir syro-palestinien ainsi que vers le Sud africain, jusqu'au Soudan actuel. À compter du VI^e siècle avant notre ère, toutefois, l'Égypte tomba sous la coupe des grands empires extérieurs, dont celui des Perses, des Grecs, puis des Romains.

Parmi les techniques qui rendirent possible la vie sédentaire, dans le

monde tant mésopotamien qu'égyptien, la plus déterminante fut l'agriculture hydraulique, pratiquée dans des zones semi-arides dont l'irrigation exigeait un système de canaux. La vie sédentaire permit une importante accumulation de produits agricoles, ce qui entraîna une augmentation de la densité de la population habitant le territoire. Il est difficile de savoir avec certitude si l'amélioration du système d'agriculture précéda l'émergence d'un système urbain complexe ou si elle lui succéda. Selon toute vraisemblance, ces deux processus se développèrent en concomitance, l'urbanisation créant sans doute une demande accrue de produits agricoles, alors qu'un système d'agriculture amélioré par l'irrigation permit une urbanisation croissante. En tout état de cause, la production d'un surplus agricole géré à partir d'un temple ou d'un palais nécessite la mise en place d'un système de répartition de ce surplus et d'une armée destinée à le protéger contre l'incursion de nomades ou de peuples rivaux⁵.

Deux outils furent très importants à la fois pour la gestion d'un tel régime et pour l'émergence de nouvelles formes de savoir : l'arithmétique et l'écriture. Dans ce qui suit, nous verrons comment l'origine des chiffres et de la première forme d'écriture est étroitement liée à ces problèmes de gestion.

L'écriture est une technique essentielle à la préservation et à la dissémination de savoirs complexes. L'écriture cunéiforme en constitue le premier exemple. Son origine a suscité de nombreuses spéculations. En effet, à partir du XVIII^e siècle et jusqu'aux années 1980, les historiens de la Mésopotamie croyaient que l'origine de l'écriture cunéiforme résidait dans des pratiques de représentation telles qu'exprimées par les pictogrammes, dessins qui figurent

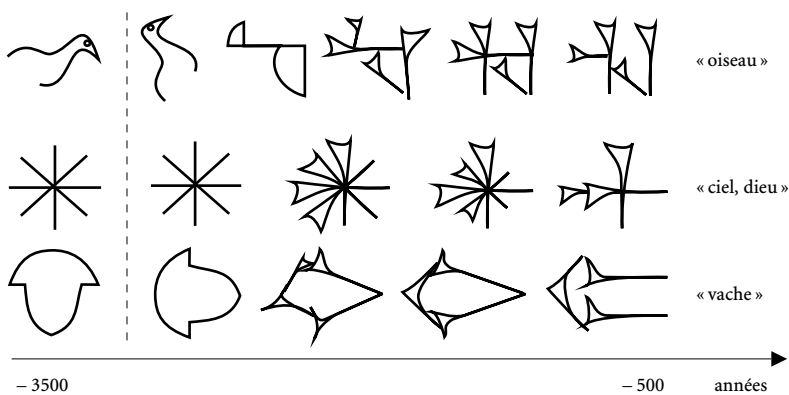


Figure 1.2. Évolution de l'écriture cunéiforme.

des objets, des animaux ou des êtres humains (*fig. 1.2*). Selon cette interprétation, les Sumériens auraient soudainement décidé, vers 3500 av. J.-C., moment où apparaissent les premiers pictogrammes, d'inventer l'écriture. Cependant, et contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, l'étude des pratiques de comptabilité qui ont précédé l'apparition des pictogrammes montre que ces derniers ne dérivent pas de représentations pictographiques antérieures, mais que ce sont plutôt les besoins de la comptabilité et l'apparition des premiers systèmes de numération écrite qui furent le préalable à l'émergence de l'écriture pictographique.

En effet, des techniques comptables inusitées sont à la base du système d'écriture inventé par les habitants du Croissant fertile. Il s'agit de techniques reliées à l'économie et aux besoins nés de l'administration des biens (grains, huiles, animaux, etc.) et de leur répartition par l'administration centrale. La première technique, qui apparut dès le septième millénaire, consista à fabriquer des jetons. Petits objets en argile dénués de gravures, ces derniers pouvaient prendre de multiples formes : conique, cylindrique, triangulaire, etc. (*fig. 1.3*). Les jetons représentaient à la fois la nature d'une marchandise (une jarre d'huile = un jeton de forme ovoïde) et la quantité (10 moutons = 1 jeton de forme lenticulaire). Afin de faciliter la conservation des jetons, de prévenir le vol et la fraude et, enfin, d'établir un système de comptabilité, une deuxième technique fut inventée vers 3700 av. J.-C. Les jetons étaient conservés dans des contenants d'argile (en forme de bulles ou d'enveloppes) scellés. Pour éviter de casser le contenant chaque fois qu'il fallait en vérifier le contenu, les Mésopotamiens prirent l'habitude d'inscrire dessus ce qu'il contenait. Ainsi, une

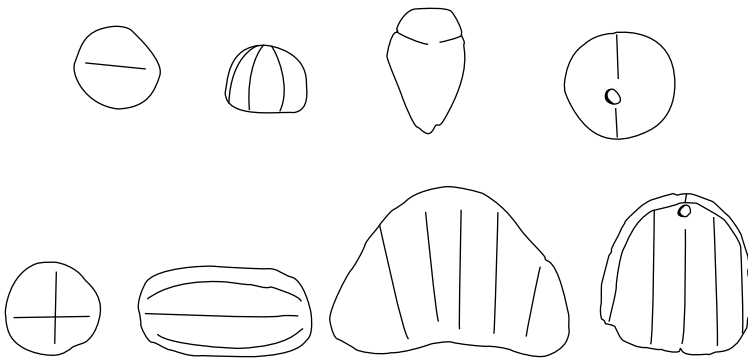


Figure 1.3. Des jetons de différentes formes permettaient de nommer et de compter les objets.

inscription de cinq ovoïdes indiquait que le contenant renfermait cinq jetons de forme ovoïde. Une fois acquise la pratique de l'inscription, l'étape suivante fut tout simplement d'éliminer les jetons et de les dessiner directement sur le contenant.

Les jetons avaient évidemment une fonction économique. Mais cette fonction n'était pas celle de l'échange; il n'y a pas de lien entre la mise au point du système des jetons et l'expansion du commerce⁶. Les jetons servaient plutôt à la comptabilité. Cette pratique est née des besoins des temples et des palais de gérer de grandes quantités de biens de toutes sortes et, surtout, de les redistribuer aux fidèles et aux dépendants. C'est donc moins dans un système de production et d'échange des marchandises que les jetons ont fait leur apparition que dans la reproduction de l'ordre social d'une société hiérarchisée où le partage convenu du surplus exigeait que l'on tienne des comptes pour pouvoir en rendre.

Ce procédé d'inscription allait par la suite mener à l'invention des chiffres en forme de coins et permettre de représenter séparément la quantité et la nature des objets comptabilisés. Ainsi, pour signifier cinq jarres d'huile, on pouvait inscrire le symbole représentant une jarre d'huile précédé de cinq coins.

En plus des inscriptions concernant la quantité et la nature des objets, les contenants portaient un sceau indiquant l'origine du bien et le nom de son propriétaire. Ces sceaux étaient de véritables dessins, ou pictogrammes. Ceux-ci pouvaient être à la fois concrets, en ce sens qu'ils renvoyaient directement aux objets en question, et abstraits, dans la mesure où, en voulant désigner une personne ou un lieu, ils créaient des noms propres. C'est dans ce sens que les symboles représentant les jetons, les personnes et les lieux servirent de prototype aux pictogrammes qui suivirent quelque 200 ans plus tard et qui furent à la base de l'écriture mésopotamienne⁷.

Un pictogramme représente une chose et non pas un mot. En d'autres termes, nous pouvons comprendre un pictogramme sans comprendre la langue de la personne qui l'a dessiné. Nous ne pouvons pas dire que nous avons lu ce que nous avons vu, même si nous l'avons compris. Au mieux, un système de pictogrammes, aussi perfectionné soit-il, n'est qu'un aide-mémoire⁸.

Vers le début du troisième millénaire cependant, on trouve des tablettes sumériennes où certains pictogrammes renvoient non plus aux objets de la vie quotidienne, mais aux sons des mots désignant ces objets en langue sumérienne⁹. Ce passage de la représentation des objets à celle des sons fut en partie simplifié par le fait que les mots sumériens étaient pour la plupart mono-

Table des matières

Introduction	9
Remerciements	13
CHAPITRE 1	
Les scribes : porteurs du savoir en Mésopotamie et en Égypte ancienne	15
Le processus de civilisation et l'invention de l'écriture	17
Les porteurs du savoir : les scribes	23
Les formes du savoir et leur organisation	25
Les activités mathématiques des scribes	26
Cosmos et religion	30
Médecins, devins et exorcistes	34
Les techniques	39
Conclusion	40
CHAPITRE 2	
Science et rationalité en Grèce ancienne : le projet des philosophes	43
Les monistes milésiens	46
Les pythagoriciens et la théorie des nombres	49
Les Éléates et l'explication du changement	51

Des éléments aux atomes	53
La médecine hippocratique et le rationalisme	54
Athènes : l'âge d'or de la pensée grecque	61
Platon, l'Académie et les premiers modèles astronomiques	62
La synthèse aristotélicienne	66
Les limites du rationalisme grec	71
Alexandrie : centre de la science hellénistique	74
Les « causes » de l'émergence de la science grecque	78
Conclusion	82
CHAPITRE 3	
Rome : l'encyclopédiste, l'ingénieur et l'héritage grec	87
L'héritage grec et l'encyclopédisme romain	88
La synthèse médicale de Galien	91
Astronomie et astrologie	94
L'architecte et la gestion romaine de grands systèmes	96
La question de l'absence de développement du machinisme dans le monde antique	105
La logique du système technique	109
Conclusion	113
CHAPITRE 4	
Le clerc, l'université et la science médiévale	115
Changements techniques et urbanisation	116
Rationalisme et naturalisme chrétiens	120
La redécouverte du corpus scientifique grec	121
La naissance des universités	123
L'enseignement des sciences à l'université	126
Le commentaire comme mode d'innovation intellectuelle	131
La matière : à l'université et chez l'apothicaire	134
La profession médicale	136
Conclusion	139

CHAPITRE 5

Le savoir européen et les nouveaux mondes : le navigateur, le marchand et le cartographe	141
La géographie, de l'Antiquité à la fin du Moyen Âge	142
Lettrés, marchands et marins dans l'Europe de la fin du Moyen Âge	149
La conquête et la connaissance des océans	155
Les motivations	156
Progrès de la construction navale et développement des techniques de navigation	158
La maîtrise du régime des vents	166
Le développement des armements	168
L'Europe et les savoirs des civilisations de l'Est et de l'Ouest	170
Conclusion	176

CHAPITRE 6

La Renaissance : l'humaniste, l'artiste-ingénieur, l'imprimeur et la fin de la culture du scribe	179
Des mutations urbaines	181
L'humaniste : une figure civique	183
Une culture mathématique	188
Un porteur de progrès : l'artiste-ingénieur	192
De la cour à l'académie	199
Une nouvelle figure sociale : l'imprimeur	204
Conclusion : la fin de la culture du scribe et l'émergence du savant	209

CHAPITRE 7

La révolution astronomique : de l'humaniste au savant	211
Les faiblesses du monde de Ptolémée	213
La recherche de l'harmonie	214
La physique contre l'astronomie	218
Du nouveau dans le ciel	222

Mystique des nombres et physique du ciel	227
Kepler, successeur de Tycho	229
Un nouvel instrument astronomique : le télescope	232
De l'université à la cour	233
Les limites de l'autonomie de la science	238
Conclusion	244
CHAPITRE 8	
De la philosophie mécaniste à l'univers mathématique	245
Galilée et la nouvelle mécanique	246
Renaissance de l'atomisme et philosophie mécaniste	249
Du latin au vernaculaire	254
Le monde selon Descartes	255
Les tourbillons cartésiens et l'explication de la pesanteur	259
La philosophie expérimentale	263
L'institutionnalisation de la nouvelle science : les académies scientifiques	264
Nouveaux instruments, nouveaux concepts	269
La nature du vide : du baromètre à la pompe à air	272
Le monde selon Isaac Newton	276
La théorie de la gravitation universelle	278
Conclusion	286
CHAPITRE 9	
Naturalistes et médecins : la connaissance des vivants de la Renaissance aux Lumières	289
Encyclopédisme humaniste et histoire naturelle	291
Le naturaliste classificateur et son projet : déceler et montrer l'ordre de la nature	295
Histoire naturelle et ordre de la création : à la rencontre de la théologie naturelle	304
Anatomistes et expérimentateurs affrontent Galien	308

TABLE DES MATIÈRES	361
Le projet mécaniste dans l'étude des vivants	317
Les surprises de la physiologie de la génération	322
Mécanisme ou vitalisme?	327
Conclusion	329
CONCLUSION	331
1750 : l'état des lieux	334
NOTES	337
INDEX	351



MISE EN PAGES ET TYPOGRAPHIE :
LES ÉDITIONS DU BORÉAL

CE SIXIÈME TIRAGE A ÉTÉ ACHEVÉ D'IMPRIMER EN FÉVRIER 2012
SUR LES PRESSES DE L'IMPRIMERIE GAUVIN
À GATINEAU (QUÉBEC).

Yves Gingras et Peter Keating sont professeurs au département d'histoire de l'UQAM. Camille Limoges a enseigné l'histoire des sciences dans plusieurs universités et a été président du Conseil de la science et de la technologie du Québec.

Ce livre relève le défi de présenter au lecteur une synthèse originale de l'histoire des sciences en prenant comme fil conducteur les porteurs du savoir, des premiers scribes mésopotamiens et égyptiens jusqu'à Newton et aux savants de l'époque moderne, en passant par Platon, Aristote, Ptolémée, Galien, Plin, Averroès, Copernic, Galilée.

On y découvre les conditions techniques, institutionnelles et sociales qui, au cours des siècles, rendent compte des déplacements des grands centres de savoir. On y apprend comment les conceptions du monde ont été transformées par l'invention de l'imprimerie, les voyages des explorateurs et les travaux des astronomes, des géographes et des naturalistes. On y voit naître de nouveaux types d'institutions comme l'Académie de Platon, le Musée d'Alexandrie ou les universités médiévales et les académies de l'âge moderne, qui ont assuré tour à tour la gestation et la transmission de formes diverses de savoirs dont nous sommes les héritiers.