

LES SCIENCES EN PAYS D'ISLAM : DES HERITAGES ANCIENS A LA RECEPTION EUROPEENNE (VIII^e-XVII^e SIECLES)

Ahmed DJEBBAR

Université des Sciences et des Technologies de Lille

A partir du VIII^e siècle, et après une longue période de maturation, une civilisation originale et puissante, portée par une nouvelle religion, l'islam, et s'exprimant essentiellement en arabe¹, a commencé à s'affirmer dans le cadre d'un espace géopolitique et économique qui s'étendait des confins de l'Asie centrale aux contreforts des Pyrénées. Parmi les éléments constitutifs et caractéristiques de cette civilisation, il y a eu les activités intellectuelles. Elles ont été multiformes et d'une grande richesse. Certaines d'entre elles ont puisé dans le fond culturel local (prose et poésie arabes) ou dans le corpus de la nouvelle religion (Coran et Hadîth). D'autres ont emprunté aux héritages anciens de la Grèce, de l'Inde, de la Perse et de la Mésopotamie, en prolongeant leurs contenus de différentes manières et, parfois, en s'émancipant de ces héritages par une critique féconde et par des innovations significatives.

La première partie de ces activités a été qualifiée, par les bibliographes de cette civilisation, de « sciences de transmission ». Elles ont donc concerné des domaines que nous rangeons aujourd'hui dans les « sciences de la langue » (grammaire, morphologie, linguistique, lexicographie, prosodie, métrique), dans les « sciences de la religion » (théologie, droit, kalam²) et, d'une manière générale dans tout ce qui se rattache aux « sciences humaines ». Le fait que, dans les classifications arabes, ces matières aient été nettement distinguées des « sciences exactes » ne signifie pas du tout que, dans la pratique, elles en ont été séparées. Des exemples significatifs, qui seront évoqués plus loin, montrent, au contraire, qu'il y a eu des passerelles entre ces deux grands domaines et parfois même des influences réciproques pour le plus grand bien du développement de la connaissance.

La seconde partie des activités intellectuelles des pays d'Islam est qualifiée de « sciences rationnelles » ou « sciences des Anciens ». Leurs intitulés correspondent aux disciplines classiques de la tradition grecque, c'est-à-dire les mathématiques, la physique et la philosophie. Mais à l'intérieur de chacun de ces grands chapitres, il y a une grande diversité de savoirs théoriques et de pratiques savantes ou simplement utilitaires. En mathématique, la géométrie, l'arithmétique, l'astronomie et la musique, qui composaient la classification grecque vont être amenées à faire de la place à de nouvelles disciplines ou de nouveaux chapitres, comme l'algèbre, l'analyse combinatoire, la trigonométrie et les carrés magiques. En physique, ce sont toutes les sciences de « la vie et de la terre » qui vont faire l'objet d'étude. Il s'agit, en plus des différents domaines de la physique proprement dite (poids

¹ - D'autres langues, pratiquées au quotidien dans les différentes régions de l'empire musulman, ont également été utilisées dans des publications scientifiques, littéraires ou religieuses à différentes époques. C'est le cas du persan, de l'hébreu, du tamazight, du turc et du copte. Mais, comme on le verra dans la suite de l'article, l'arabe a été la langue la plus couramment utilisée dans les écrits scientifiques et philosophiques entre le IX^e et le XVIII^e siècle, tant en Orient qu'en Occident musulman.

² - *Kalam* : théologie spéculative qui fait appel à la fois aux données du corpus religieux et aux arguments rationnels.

spécifiques, mécanique, hydrodynamique, ...), de la médecine et de ses différentes branches (anatomie, physiologie, pharmacopée), de la botanique, de la chimie (expérimentale ou ésotérique), de la zoologie.

Quant à la philosophie, elle est la science reine aux yeux des savants grecs, celle qui pouvait discourir sur les autres sciences rationnelles et, plus particulièrement, sur leurs fondements. En bon élèves, les hommes de sciences des pays d'Islam ne vont pas déroger à cette attitude. Concrètement, il y a eu une activité philosophique traitant des grands problèmes déjà étudiés par Aristote, Platon et leurs commentateurs, avec un développement de la Logique. Puis, lorsque les sciences ont atteint leur vitesse de croisière, on a observé une intervention directe ou indirecte de la philosophie et de la logique en mathématique, à l'occasion des discussions sur les fondements de la géométrie, et en astronomie pour formuler les premières critiques sur les modèles planétaires de Ptolémée.

LA PHASE DE MATURATION

Les informations qui nous sont parvenues sur les débuts des activités scientifiques au cours du premier siècle de l'histoire des pays d'Islam (632-750) sont rares et souvent peu fiables. De plus elles sont insuffisantes pour espérer reconstituer les sources, les facteurs et les événements qui ont été à l'origine de la naissance de la tradition scientifique arabe (c'est-à-dire de l'ensemble du corpus produit, en arabe, de la fin du VIII^e siècle au début du XV^e siècle dans les différentes villes de l'empire musulman). Mais, heureusement, le silence des sources classiques (chroniques, ouvrages biobibliographiques, historiques, littéraires) est compensé par les résultats que fournissent les études comparatives des contenus de certains écrits arabes et des sources préislamiques qui nous sont parvenues.

Il est désormais admis que la longue période qui s'étend de 632, année de la mort du Prophète, à la publication du premier écrit scientifique en arabe autour de 775 était riche de savoirs et de savoir-faire même si ces savoirs ne se présentaient pas toujours sous forme d'ouvrages et ne bénéficiaient pas d'un enseignement « académique ». On peut également ajouter qu'il s'agit d'une phase cruciale pour le devenir de la science dans le nouvel empire parce qu'elle a permis la mise en place des structures qui vont assurer le succès des premières initiatives prises dans ce domaine. C'est en effet à cette époque que commence à se développer, puis à se diffuser dans tout l'empire, un enseignement de la langue arabe qui ne se confond pas toujours avec l'apprentissage du Coran. Il semble qu'au début du phénomène, les mosquées seules ont pu accueillir cet enseignement mais que l'extension de l'arabisation a favorisé la multiplication de lieux d'apprentissage profanes. C'est également à cette époque que sont apparues les premières bibliothèques renfermant des écrits en arabe (chroniques, copies de corans, premières traductions d'ouvrages utilitaires comme les traités sur l'astrologie ou sur l'art de la guerre)¹.

Il s'agit également d'une phase de maturation et de préparation des conditions de la pratique scientifique qui a connu des initiatives dont les conséquences ont été très importantes pour le développement des sciences. La première, qui est à la fois politique et idéologique, est la décision du calife omeyyade 'Abd al-Malik (685-705) d'arabiser les administrations de l'empire. Jusqu'à ce décret, et pour des raisons liées à la continuité des activités et aux profils des fonctionnaires, c'étaient le persan, le syriaque ou le grec qui étaient les langues de travail dans les différents rouages de l'Etat central. L'application du décret signifiait à terme l'arabisation de tous les savoirs et les savoir-faire nécessaires au bon fonctionnement des

¹- A. Djebbar : *Une histoire de la science arabe*, Paris, Seuil, 2001, pp. 57-107.

institutions. Il semble donc que cela ait provoqué un phénomène de transfert d'une partie du savoir ancien bien avant l'apparition du phénomène de traduction qui a lui-même bénéficié de ce nouveau contexte favorable¹.

La seconde initiative n'est ni politique ni individuelle mais elle n'est pas indépendante de la première. Elle découle en effet du nouveau statut acquis par la langue arabe avec le triomphe de l'Islam. Devenue la langue du culte, du pouvoir politique et de ses administrations centrales et régionale, l'arabe est passé du rôle d'instrument d'expression à un objet d'étude. Cela a ouvert la voie aux premières recherches sur cette langue. Il n'est pas inutile de préciser que l'un des pionniers dans ce domaine, al-Khalîl Ibn Ahmad (m. vers 786), a inauguré de véritables démarches scientifiques en s'efforçant d'analyser les structures internes de la prose et de la poésie arabes et d'en tirer des théories cohérentes. Certaines de ses investigations l'ont même amené à toucher à des problèmes mathématiques qui n'ont été résolus, complètement et d'une manière satisfaisante, que vers la fin du XII^e siècle, à Marrakech².

Quant au contenu du savoir qui a circulé pendant cette longue période de préparation de l'avènement de la science, il était essentiellement à visée utilitaire. On y trouve des résultats d'observations astronomiques et météorologiques patiemment rassemblés et confrontés, des procédures de calcul et de résolution de problèmes qui servaient dans les activités quotidiennes des arpenteurs, des comptables, des fonctionnaires du cadastre et des répartiteurs des héritages. Durant cette phase, la médecine a été une des rares disciplines à avoir été pratiquée de deux manières différentes. Il y avait en effet une médecine dite traditionnelle basée sur des recettes à base de plantes, accompagnées parfois de pratiques magiques. Et, pour les catégories sociales les plus aisées, il y avait la médecine savante, héritière de la grande tradition grecque et qui s'enseignait encore, aux VII^e-VIII^e siècles dans quelques rares centres, comme Alexandrie en Egypte et Gundishapur en Perse.

LE PHENOMENE DE TRADUCTION

D'après des sources bibliographiques et quelques témoignages d'hommes de sciences, les traductions en arabe ont commencé avant le VIII^e siècle et se sont poursuivies jusque vers le milieu du X^e. On lit, dans le fameux *Fihrist* [Le catalogue] d'Ibn an-Nadîm (m. 995) que la première impulsion donnée à ce phénomène est la conséquence d'un rêve du calife al-Ma'mûn (813-833) dans lequel il aurait vu Aristote en personne. Le cours échange qu'il aurait eu avec lui sur le concept de « bien » l'aurait convaincu d'envoyer, à Byzance, une délégation de traducteurs à la recherche de manuscrits scientifiques et philosophiques grecs. Ce « mythe fondateur » est là en fait pour confirmer le rôle déterminant de ce calife dans la consolidation et le développement du processus de traduction. Mais, nous savons aujourd'hui que ses initiatives s'inscrivent dans une tradition inaugurée par son arrière grand-père, al-Mansûr (754-775). Nous savons aussi qu'un facteur encore plus important que le mécénat califal a contribué à la réussite de cette opération collective. Il s'agit de la persistance, depuis le V^e siècle au moins, de foyers scientifiques d'expression grecque, syriaque ou persane, qui se sont retrouvés sous le contrôle du nouveau pouvoir.

En Egypte, c'est évidemment Alexandrie avec ce qui restait encore comme bibliothèques privées. Des activités philosophiques et médicales y sont signalées au VI^e

¹ - G. Saliba : *La pensée scientifique arabe, sa naissance et son développement*, Amman, Université al-Balmand, 1998, pp. 36-62. En arabe.

² - A. Djebbar : *L'analyse combinatoire au Maghreb : l'exemple d'Ibn Mun'im (XI^e-XIII^e siècles)*, Paris, Université Paris-Sud, Publications Mathématiques d'Orsay, 1985, n° 85-01.

siècle. Un des représentants de cette tradition grecque est Jean Philopon qui a commenté l'œuvre d'Aristote et qui est connu pour son manuel sur l'astrolabe (le plus ancien texte connu consacré à cet instrument)¹. A l'arrivée des premiers cavaliers arabes, il y avait encore des médecins qui perpétuaient l'art de Galien par leur enseignement et leurs publications. C'est le cas de Paul d'Egine et du prêtre Ahrun².

En Perse, la ville de Gundishapur, désormais dans l'empire musulman, conservait encore une tradition médicale même si elle ne connaissait plus le dynamisme de l'époque de l'empereur Khusrû Anûshirwân (521-579), son fondateur et son mécène. Ce dernier a été en effet l'initiateur d'une politique culturelle et scientifique qui s'est concrétisée par l'accueil de savants étrangers et par l'encouragement de traduction d'ouvrages scientifiques du grec et du sanskrit en persan³. Il aurait même envoyé un de ses médecins, Barzawayh, en Inde pour y chercher des manuscrits.

En Mésopotamie et en Asie Mineure, il y avait les centres d'Antioche, de Nisibe, de Harrân, de Râs al-'Ayn et de Kenesrin. Ils constituaient, parfois depuis le V^e siècle, de puissants foyers intellectuels s'exprimant en syriaque. Les enseignements et les publications de leurs professeurs concernaient essentiellement la théologie, la philosophie et la grammaire. Mais les mathématiques et l'astronomie n'étaient pas absentes puisqu'il nous est parvenu une traduction partielle en syriaque des *Eléments* d'Euclide et des écrits originaux sur des sujets astronomiques⁴. Parmi les scientifiques éminents de cette tradition, il y a Sévère Sebokht (m. 667) qui a travaillé dans le cloître de Kenesrin. Il est connu pour son commentaire sur les *Analytiques* d'Aristote et pour ses publications scientifiques, en particulier son ouvrage sur l'astrolabe (qui nous est parvenu) et ses écrits sur la géographie⁵. Il est même possible qu'il fût un des pionniers à enseigner les premiers éléments d'astronomie et de calcul indien parvenus dans la région par la voie persane⁶. Mais ce sont ses élèves qui ont constitué le véritable relais avec la tradition scientifique arabe naissante puisqu'ils ont vécu et ont enseigné comme sujet du nouvel empire. Parmi eux, il y a Jacques d'Edesse (633-708) qui a traduit une partie de l'œuvre médicale de Galien (m. ver 200), Athanase (m. 686) et Georges des Arabes qui ont fait connaître, en syriaque, *l'Isagoge* de Porphyre, *l'Organon* et *les Catégories* d'Aristote.

C'est grâce à ces trois traditions, à ce qu'elles avaient pu préserver des héritages anciens et à ce qu'il en subsistait comme activité, que le phénomène d'appropriation des sciences anciennes a pu se réaliser dans la durée. Ce sont en effet des hommes ayant été élevés et formés dans l'une ou l'autre de ces trois cultures qui ont d'abord joué un rôle de relais, en se mettant au service des nouveaux pouvoirs et des nouvelles élites (en particulier dans le domaine de la comptabilité, de la gestion administrative, de la médecine et de l'astrologie). Compte tenu de leur niveau de formation, ils étaient indispensables au fonctionnement des administrations et même incontournables. Puis, après l'extension de la langue arabe, certains d'entre eux ont proposé leurs services pour contribuer au transfert des savoirs. Parallèlement, d'autres membres de ces communautés cultivées ont participé activement au mécénat et à la recherche des manuscrits qui devaient être traduits⁷.

¹- J. Philopon : *Traité de l'astrolabe*, A. P. Segonds (trad.), Paris, Editions Brieux, 1981.

²- Ibn an-Nadîm, *Le catalogue*, R. Tajaddud (édit.), Téhéran, 1971, p. 303. En arabe.

³- Sâ'id al-Andalusî : *Livre des catégories des nations*, H. Bu'âlwan (édit.), Beyrouth, Dâr at-talî'a, 1985, pp. 57, 62. En arabe.

⁴- Cl. Baudoux : *La version syriaque des "Eléments" d'Euclide*. In : Deuxième Congrès National des Sciences. Bruxelles I, 1935. p. 75.

⁵- E. Yousif : *Les philosophes et traducteurs syriaques*, Paris, l'Harmattan, 1997, pp. 65-68.

⁶- F. Nau : Notes d'astronomie syrienne, *Journal Asiatique*, Série 10, t. 16, 1910, p. 225.

⁷- G. Saliba : *La pensée scientifique arabe, sa naissance et son développement*, op.cit., pp. 62-72.

Dans cette quête des manuscrits, les bibliothèques ont joué un rôle primordial. Nous savons, par divers témoignages, qu'il en existait à l'arrivée des premiers cavaliers arabes dans les régions nouvellement conquises. Mais nous ignorons tout de leur emplacement et de leur contenu exact. Certaines ont probablement enrichi les butins des armées musulmanes pour alimenter les nouvelles bibliothèques fondées par les califes omeyyades puis par leurs premiers successeurs abbassides¹. Mais, la plupart de celles qui étaient en Orient semble avoir continué à fonctionner comme lieu d'étude privé. Ce sont des initiatives califales qui ont été à l'origine des premières bibliothèques publiques et semi-publiques. Elles ont recueilli les ouvrages empruntés pour les traductions et les nouvelles versions en arabe, sans parler de tous les écrits qui avaient déjà été publiés et qui n'ont pas attendu la traduction des ouvrages anciens. C'est d'ailleurs l'omeyyade al-Walîd (705-720) qui aurait été le premier à financer la constitution et la gestion d'une bibliothèque califale.

Selon Ibn an-Nadîm, c'est également à cette époque que les premières traductions en arabe ont vu le jour. Le prince Khâlîd Ibn Yazîd (m. 704) est présenté comme un des initiateurs de cette nouvelle activité. Même si cette dernière information a été reconsidérée, il semble bien que des traductions ont bien été réalisées avant 750. Les noms qui ont été retenus par les bibliographes arabes sont ceux d'Ibn Qustuntîn et de Mâsarjawayh, ce dernier traduisant du syriaque pour le calife 'Umar Ibn 'Abd al-'Azîz (717-720)².

A partir du règne d'al-Mansûr (754-775), le deuxième calife de la dynastie abbasside, le phénomène de traduction a connu une nouvelle impulsion et a concerné de plus en plus un large éventail de mécènes et d'utilisateurs des textes traduits. C'est Jurjus Ibn Jibrîl et al-Batrîq qui auraient traduit des ouvrages de médecine et c'est Ibn al-Muqaffa', le fameux traducteur des fables de Kalîla et Dimna, qui a été chargé de réaliser la première version arabe de *l'Isagoge* de Porphyre et de trois des livres de logique d'Aristote. Pour les mathématiques, nous n'avons pas d'information précises mais, pour l'astronomie, nous avons le témoignage précieux d'un spécialiste dans ce domaine, Ibn al-Âdamî, qui rapporte que « *En 156, se présenta, auprès du calife al-Mansûr, un homme de l'Inde qui était savant dans le calcul du Sindhind relatif au mouvement des étoiles avec des équations établies à partir de tables calculées de demi degré en demi degré, avec différentes opérations astronomiques, les deux éclipses, l'ascension des divisions du zodiaque et d'autres choses, <contenues> dans un livre comprenant douze chapitres (...). Al-Mansûr ordonna de le traduire en arabe et d'en rédiger un livre que les Arabes prendraient pour base dans <l'étude> des mouvements des astres* »³.

Au cours des califats d'al-Mahdî (775-785) et de Hârûn ar-Rashîd (785-809), les traductions se sont poursuivies en bénéficiant d'un nouveau mécénat celui de personnages puissants, comme ceux de la famille des Barmékides. Vers 782, ce sont les *Topiques* d'Aristote qui sont arabisées, à partir du syriaque, par deux chrétiens nestoriens, Timothy I et Abû Nûh⁴. Un peu plus tard, ce sont des versions persanes d'ouvrages astronomiques et philosophiques qui sont traduites par Ibn an-Nawbakht. Puis ce fut le tour des *Catégories* et

¹- Selon un auteur arabe ancien, Târiq Ibn Ziyâd, le chef des armées musulmanes dans la péninsule ibérique, avait envoyé au calife omeyyade al-Walîd (705-715) un butin comprenant des exemplaires de la *Bible* un livre sur les propriétés des pierres, un autre sur la chimie et un troisième sur la culture des jacinthes. Cf. Ibn 'Abd al-Barr : *L'intention et la foi*, Le Caire, 1931, p. 34. En arabe.

²- Ibn Juljul : *Les classes des médecins et des sages*, F. Sayyid (édit.), Le Caire, Imprimerie de l'Institut Français d'Archéologie Orientale, 1955. p. 61. En arabe ; Ibn an-Nadîm : *Le catalogue*, op. cit., p. 355.

³- Sâ'id al-Andalusî : *Livre des catégories des nations*, op. cit., pp. 130-132.

⁴- D. Gutas : *Greek Thought, Arabic Culture*, London & New York, Routledge, 1997, p. 61.

des *Analytiques d'Aristote* par Salm al-Harrânî¹. Comme on le voit, il ne s'agit pas toujours d'ouvrages utilitaires répondant à des besoins de la vie quotidienne. Ce qui signifie qu'il y avait déjà les premières composantes d'une communauté ayant atteint un certain niveau de formation pour prétendre à l'étude de traités aussi ardues que ceux de la philosophie grecque.

Ce fait est indirectement confirmé par la décision de Hârûn ar-Rashîd de fonder une institution, appelée *Bayt al-hikma* [Maison de la sagesse] qui aurait rassemblé des intellectuels de haut niveau travaillant dans différentes disciplines. A ses débuts, cet établissement a fonctionné comme une bibliothèque où l'on faisait des dépôts de documents rares de la période du Prophète, d'ouvrages provenant de butins, de traductions d'écrits anciens d'origine grecque, persane ou syriaque, et de copies des premières publications en arabe². Parmi les ouvrages grecs dont les versions arabes ont été vraisemblablement déposées dans la Maison de la sagesse, il y a ceux qui avaient été commandés par des personnages importants de la cour califale ou qui avaient été dédiés au calife lui-même. C'est le cas de *l'Almageste* de Ptolémée dont la traduction avait été financée par Yahyâ Ibn Khâlid al-Barmakî et des *Eléments* d'Euclide dont la première version arabe, réalisée par al-Hajjâj Ibn Matar, a été dédiée à Hârûn ar-Rashîd³. Mais cela ne signifie pas que les traductions étaient réalisées dans la Maison de la sagesse. Il semble même que ce sont des personnages sans aucun lien avec cette institution qui ont été les plus nombreux à financer cette opération de transfert.

Le phénomène va d'ailleurs se développer à l'époque d'al-Ma'mûn (813-833) qui s'est lui-même fortement impliqué en prenant un certain nombre d'initiatives en faveur de la traduction d'ouvrages scientifiques et philosophiques grecs. Selon Ibn an-Nadîm, le calife aurait personnellement écrit, peu avant 815, à l'empereur de Byzance Léon V (813-820) lui demandant de recevoir une délégation composée de traducteurs parmi lesquels il y avait Salm, le premier directeur de la Maison de la sagesse, ainsi que Yahyâ al-Batrîq et al-Hajjâj. Il est possible que ce soit au retour de la mission que ce dernier a réalisé la seconde version arabe des *Eléments* dédiée à al-Ma'mûn⁴. C'est également à cette époque que se sont révélés les plus grands traducteurs arabes, et à leur tête Hunayn Ibn Ishâq (m. 873) qui a dirigé une véritable équipe composée de son fils Ishâq, de son neveu Hubaysh et d'autres spécialistes moins connus, comme Etienne Ibn Bâsil, Musâ Ibn Khâlid et Yahyâ Ibn Hârûn.

Les initiatives prises par les trois califes abbassides que nous venons d'évoquer ont été puissamment relayées par d'autres, plus nombreuses, provenant de la « société civile » de l'époque. Ce qui a permis la prise en charge financière, durant de longues décennies, à la fois de la recherche des manuscrits, de leur collation (quand plusieurs copies d'un même ouvrage étaient découvertes), de leur traduction et parfois même de leur copie. Parmi ces nombreux mécènes, les bibliographes mentionnent des hauts fonctionnaires, comme Tâhir Ibn al-Husayn, qui a commandé des versions arabes d'un certain nombre de commentaires d'ouvrages d'Aristote, ou Ishâq Ibn Sulaymân, gouverneur d'Égypte, qui a financé la

¹- M.-G. Balty-Guesdon : *Le Bayt al-hikma de Baghdad*, Mémoire de D.E.A., Université de Paris III-Sorbonne Nouvelle, 1985-86, pp. 34-35.

²- Plusieurs historiens rapportent qu'en 806, à l'occasion de l'attaque de la ville d'Ancyre, dans l'île de Chypre, par les armées de Hârûn ar-Rashîd, des ouvrages grecs ont été récupérés et c'est Yuhanna Ibn Mâsawayh qui fut chargé de les traduire. Cf. Ibn al-Qifî : *Livre qui informe les savants sur la vie des sages*, Beyrouth, Dâr al-âthâr, non datée, pp. 248-249. En arabe.

³- Ibn an-Nadîm : *Le catalogue*, op. cit., pp. 325, 327.

⁴- Op. cit., p. 304.

traduction de quatre ouvrages médicaux de Galien ou ^cAlî ibn Yahyâ Ibn Abî Mansûr, qui a fait traduire, essentiellement, des écrits de médecine, de mathématique et de musique¹.

Il y avait aussi des scientifiques aisés qui avaient besoin de disposer de versions arabes de traités grecs pour leurs propres recherches. Ce fut le cas d'al-Kindî (m. 850) pour les ouvrages philosophiques qui lui ont été traduits par le chrétien ^cAbd al-Masîh Ibn Nâ^cima et, surtout, des frères Banû Mûsâ (IX^e s.) qui étaient des spécialistes de la géométrie et de la mécanique. Ils ont recruté les traducteurs les plus réputés de leur temps, c'est-à-dire Hunayn Ibn Ishâq, Hubaysh, Ibn Abi Hilâl et Thâbit Ibn Qurra. Ibn an-Nadîm évoque en ces termes le mécénat de ces trois frères : « *Ces gens étaient parmi ceux qui se sont dépensés dans la recherche des sciences anciennes, en y consacrant des fortunes et en épuisant leurs énergies. Ils ont dépêché dans le territoire byzantin ceux qui les ont trouvés pour eux et ils ont fait venir les traducteurs de différents contrées et lieux en les gratifiant généreusement et ils ont <ainsi> exhumé les merveilles de la science* ».

Au terme de cette rapide évocation du phénomène de traduction, il n'est pas inutile de tenter de faire un bilan quantitatif et qualitatif de cette opération en nous basant sur les informations fournies par les bibliographes. Pour nous en tenir aux seuls traducteurs dûment répertoriés, leur nombre dépasse la centaine. A lui seul, Ibn an-Nadîm cite plus de 60 noms, 45 d'entre eux ont traduit du grec ou du syriaque, 16 du Persan, deux du sanskrit et un seul du nabatéen. D'autres biographes évoquent des noms différents ou bien des traductions dont les auteurs ne sont pas évoqués explicitement. A ce groupe qui a travaillé en Orient et souvent à Bagdad, il faut ajouter ceux d'al-Andalus qui ont réalisé des traductions du latin à l'arabe. C'est le cas du prêtre Nicolas qui a traduit le *Livre des plantes* de Dioscoride, et des anonymes qui ont arabisé, aux IX^e-X^e siècles, les *Aphorismes* d'Hippocrate, le livre d'histoire de Paulus Orosius (m. 417), la *Chronique* de Saint Jérôme (IV^e s.) et les *Etymologies* d'Isidore de Séville (570-636)². On doit enfin signaler un certain nombre de textes grecs, sanskrits et même latins, qui ont bénéficié de traductions anonymes ou qui ont tout simplement circulé d'une manière directe, grâce à des utilisateurs qui avaient accès aux contenus de ces textes et qui se sont contentés d'en garder les idées et les techniques sans avoir à les traduire.

Sur le plan qualitatif, les bibliographes et les scientifiques eux-mêmes expriment des jugements, tantôt élogieux tantôt critiques sur le travail de tel ou tel traducteur. Pour prendre l'exemple des mathématiques et de l'astronomie, on observe que certains traités importants ont bénéficié de plusieurs traductions. Nous avons déjà évoqué les deux versions des *Eléments* d'Euclide réalisées par al-Hajjâj Ibn Matar. Mais il faut préciser que la seconde a, semble-t-il, provoqué certaines réserves dans le milieu des géomètres. Ce qui a amené Ishâq Ibn Hunayn à en faire une nouvelle traduction. Elle n'a pas tardé à être elle-même révisée par le grand mathématicien Thâbit Ibn Qurra qui maîtrisait parfaitement le grec. Une situation semblable a prévalu en astronomie comme le montre l'exemple de *l'Almageste* de Ptolémée (III^e s.) qui a été la référence essentielle des astronomes des pays d'Islam pendant des siècles. Dès la seconde moitié du VIII^e siècle, une première traduction a vu le jour. Elle fut rapidement remplacée par celle qu'avait commandée Yahyâ al-Barmakî et a été soumise à deux révisions scientifique : la première par Abû l-Hasan et Salm, la seconde par Thâbit Ibn Qurra. Deux autres traductions, indépendantes des précédentes, sont signalées par les astronomes, celle d'al-Hajjâj et celle d'Ishâq Ibn Hunayn³.

¹- Ibn Abî Usayb^cia : Les sources de l'information sur les catégories de médecins, Nizâr Ridâ (édit.), Beyrouth, Dâr maktabat al-hayât, non datée, p. 283. En arabe.

²- Ibn Juljul : *Les classes des médecins et des sages*, op. cit., pp. 1-4.

³- Ibn an-Nadîm : *Le catalogue*, op. cit., p. 327.

Nous ne sommes pas informés sur les aspects qualitatifs des traductions du sanskrit à l'arabe. Il faut d'ailleurs préciser que les bibliographes ne sont ni loquaces ni précis lorsqu'il s'agit de ce phénomène. Nous connaissons des noms de traducteurs mais nous ne savons pas qui a fait quoi. Cela dit, il ne semble que les premiers hommes de science arabes qui ont eut connaissance des écrits indiens se sont contentés de versions arabes médiocres réalisés par des personnes qui n'avaient pas la même maîtrise des deux langues que leurs collègues qui traduisaient à partir du grec ou du syriaque. C'est du moins ce que semble confirmer le célèbre astronome al-Bîrûnî (m. 1058) qui évoque en ces termes une des traductions qu'il avait eu en entre les mains : "*J'ai corrigé le Zîj al-Arkand et je l'ai écrit avec mes propres termes car la traduction existante était incompréhensible et les mots indiens y étaient restés tels quels*"¹.

Il paraît clair que la multiplicité des traductions n'a pas été le résultat de la simple émulation entre professionnels. Une des raisons à cela est à chercher, probablement, dans les premiers développements qu'ont connus les activités scientifiques à la fin du VIII^e siècle et qui ont entraîné une meilleure compréhension des concepts des différentes disciplines étudiées. Cela a pu alors favoriser une plus grande fidélité aux sources et la recherche de meilleures formulations en arabe. Une seconde raison pourrait être liée à la découverte de nouveaux manuscrits dont les contenus ont été jugés plus complets ou plus précis. C'est ce que confirme, Ishâq Ibn Hunayn qui justifie, en ces termes, sa révision de la première traduction qu'il avait faite du *Livre de l'âme* d'Artistote : "*J'avais traduit ce livre en arabe à partir d'une mauvaise copie. Trente ans après, j'ai trouvé une copie des plus parfaites. Je l'ai alors comparée à la première traduction*"². De son côté, Nazîf al-Mutatabbib aurait pris la décision de retraduire un seul chapitre des *Eléments*, le Livre X, parce qu'il avait découvert un copie qui contenait plus de propositions que toutes celles qui avaient servies à la réalisation des versions arabes antérieures³.

LA PREMIERE PHASE DE LA PRODUCTION SCIENTIFIQUE ARABE

Sans attendre la multiplication des traductions et leur diffusion, des auteurs se sont mis à publier des ouvrages scientifiques sur différents thèmes répondant ainsi à des besoins qui commençaient à s'exprimer ou qui ne faisaient que croître comme conséquence de la promotion de nouvelles couches sociales plus arabisées. C'est en effet sous le règne d'al-Mansûr qu'apparaissent les premiers ouvrages arabes de médecine, comme celui de Georgius Abû Bakhtishû⁴, d'astronomie, comme le *Sindhind al-Kabîr* [Le grand Sindhind] de Muhammad al-Fazârî (VIII^e s.) ou d'astrologie comme les traités de Mâshâ'allâh⁵. A partir de là, et en relation directe avec les contenus des différents héritages que nous venons d'évoquer longuement, une véritable tradition scientifique va se constituer, avec ses institutions d'enseignements, ses productions spécialisées, ses domaines de recherche ou d'application et, bien sûr, sa communauté de praticiens de la science qui va se distinguer des autres par la nature de ses activités et par ses réseaux.

Mais après avoir évoqué le contexte dans lequel cette tradition a émergé, et avant de décrire à grands traits les orientations essentielles qu'elle a connues, il nous faut dire quelques mots des facteurs les plus importants qui l'ont accompagné pendant son développement tout au long des IX^e-XIII^e siècles. En premier lieu, il y a les conditions

¹- Al-Bîrûnî : Propos consacré au problème des ombres, Hayderabad, 1948, p. 141. En arabe.

²- Ibn an-Nadîm : *Le catalogue*, op. cit., p. 312.

³- Op. cit., p. 325.

⁴- Sâ'id al-Andalusî : *Livre des catégories des nations*, op. cit., p. 101.

⁵- F. Sezgin : *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Leiden, Brill, Vol. VII, 1978, pp. 102-108.

économiques. Résultat des conquêtes qui se sont déroulées entre 632 et 750, l'empire musulman se présentait, à l'avènement de la dynastie abbasside, comme un immense territoire contrôlant l'essentiel des sources, des voies et des débouchés du commerce international. Dès le IX^e siècle, ses marchands étaient partout, en Méditerranée, en Mer Rouge, sur l'Océan Indien et même en Chine dans des ports stratégiques, comme Canton. De plus l'unification des territoires désormais sous une même autorité politique, celle du califat, a permis à ce commerce de bénéficier d'un réseau de communication unifié, protégé et fluide.

Le second facteur est matériel et constitue une véritable révolution pour tous ceux dont le métier était d'écrire et ils allaient être de plus en plus nombreux jusqu'à constituer de véritables couches sociales. Il s'agit de l'avènement du papier comme support des activités d'enseignement et de publication, sans parler de son rôle dans toutes les administrations centrales et régionales de l'empire. La multiplication des lieux de production de ce matériau, attestée par de nombreux témoignages, est une preuve évidente de son adoption relativement rapide. Le nombre considérable de publications réalisées sur papier, à partir du IX^e siècle, en est une autre¹.

Le troisième facteur, sans lequel aucun savoir ne pouvait durablement circuler, est le développement des institutions d'enseignement. Même s'il n'y a aucun doute sur leur existence, leur diversité et leur importance, nous avons peu d'information sur ce qui y était enseigné en science à chaque niveau de la formation. Au niveau primaire (ou ce qui lui correspondait), les cours étaient dispensés dans les mosquées de quartier et chez des particuliers. On y enseignait la langue arabe, l'apprentissage du Coran, les préceptes essentiels de la religion, puis la grammaire et le calcul. L'ordre dans lequel ces matières étaient enseignées dépendait de la pédagogie qui avait cours dans la région ou dans la ville concernée. Dans certains milieux, comme cela a été signalé par Ibn Khaldûn (m. 1406), les élèves apprenaient également la poésie et la calligraphie². En fait, il n'y a jamais eu de programme unifié parce qu'il n'y avait pas d'institution chargée de le concevoir et de le faire appliquer. On ne sait pas jusqu'à quel âge se prolongeait la phase primaire de la formation et personne n'évoque une phase intermédiaire qui correspondrait à un enseignement secondaire préparant à la spécialisation dans le cadre d'une formation supérieure. Cette dernière se faisait dans des établissements variés, en fonction de la discipline enseignée : grandes mosquées pour les matières liées à la religion et à la langue arabe, hôpitaux pour la médecine, *Dâr al-'ilm* [Maison de la science], bibliothèques privées et maisons particulières des professeurs pour certaines disciplines scientifiques.

D'une manière générale, et jusqu'au XI^e siècle pour le centre de l'empire, l'enseignement supérieur était essentiellement privé. Il accordait une place non négligeable aux matières scientifiques et à la philosophie. La prise du pouvoir par les Seldjoukides en 1055 va entraîner une innovation importante par la création des Madrasa, sortes de collèges supérieurs qui assuraient à la fois les enseignements et le logement des étudiants. Contrairement aux institutions de la période précédente, ces établissements étaient financés exclusivement par l'Etat qui avait désormais un droit de regard sur la désignation des enseignants et donc sur le contenu de leurs enseignements ou, du moins, sur leurs orientations essentielles. Comme les Seldjoukides étaient des sunnites [orthodoxes], ils avaient fixé aux

¹- A. Djebbar : *La science arabe entre le calame et le papier*. In A. Djebbar (édit.) : *L'âge d'or des sciences arabes*, catalogue de l'exposition "L'âge d'or des sciences arabes" (Institut du Monde Arabe, Paris, 25 octobre 2005-19 mars 2006), Paris, I.M.A. – Acte Sud, 2005, pp. 43-50.

²- A. Ibn Khaldûn : *Le livre des exemples, Biographie, Muqaddima*, A. Cheddadi (trad.), Paris, Gallimard, 2002, p. 1075.

Madrasas la mission de promouvoir le sunnisme et, par voie de conséquence, de combattre les courants chiïtes ou tout au moins d'enrayer leur progression. A partir du XII^e siècle, ce nouveau concept a connu une diffusion, plus ou moins importantes, au niveau de toutes les régions de l'empire. C'est d'abord le centre puis l'Asie centrale qui ont bénéficié de la construction de dizaines d'établissements de ce type. Puis ce fut le tour de l'Égypte, du Maghreb et de l'Andalus, mais à un degré moindre pour ces deux dernières régions, probablement parce que l'orthodoxie y était bien installée depuis la fin du X^e siècle¹.

Il faut enfin dire quelques mots sur le rôle des bibliothèques dans le développement des activités scientifiques. On évoque souvent, lorsqu'on aborde ce sujet, les établissements financés par les califes, comme le *Bayt al-hikma* de Bagdad à l'époque d'al-Ma'mûn ou la bibliothèque d'al-Hakam II (967-976) à Cordoue. Mais quelle que fût leur importance, ces structures n'ont pas pu, à elles seules, dynamiser et, surtout, entretenir l'activité scientifique et ce pour plusieurs raisons. D'abord parce qu'elles n'ont pas eu une longévité suffisamment grande pour prétendre, malgré leur statut et leurs moyens, influencer durablement sur le contenu et les orientations de la science. Ensuite, par le fait même qu'elles avaient été fondées et alimentées par une ou deux personnes, son contenu ne pouvait pas représenter toutes les orientations et tous les aspects de la pratique scientifique de l'époque. Il faut enfin rappeler qu'il s'agissait d'établissements semi-publics où l'accès était réservé à une élite triée sur le volet. Cela dit, le rôle de ces bibliothèques a été déterminant à plusieurs niveaux. Par le mécénat généreux de leurs propriétaires, elles ont permis de mettre à la disposition des chercheurs qui y avaient accès, les traductions des ouvrages grecs et indiens ainsi que les œuvres originales de haut niveau dont la circulation était relativement réduite à leur époque. Cela a permis, dans un deuxième temps, à un plus grand nombre d'hommes de sciences d'accéder à ces sources par le truchement de copies ou de publications nouvelles. Elles ont probablement aussi joué un rôle de modèle à imiter et ont ainsi renforcé une tendance déjà perceptible dès le IX^e siècle, dans les milieux aisés et cultivés, et qui n'a cessé de se développer et de s'étendre jusqu'aux couches les moins fortunées, devenant même une sorte de comportement culturel vis-à-vis du savoir écrit. Ce sont en fait ces dizaines de milliers de bibliothèques, parfois très modestes, qui ont constitué le véritable conservatoire de la production scientifique et le relais pour sa diffusion.

Quant à l'histoire des bibliothèques en pays d'Islam, en relation avec le développement des activités intellectuelles de toute sorte, à partir du IX^e siècle, et avec les transformations idéologiques qu'ont connues les générations successives, il nous suffira, ici, d'en évoquer les aspects les plus saillants. Les études qui ont été faites sur ce sujet montrent que le concept a évolué en fonction de différents facteurs. Après la phase pionnière, relativement courte, des princes et des califes omeyyades dont nous avons déjà évoqué quelques initiatives dans ce domaine, et après la fondation de *Bayt al-hikma*, on assiste, avec le développement tous azimuts des sciences, à la multiplication des bibliothèques privées financées par des scientifiques, des hommes de lettres ou de religion, des fonctionnaires aisés. Certaines étaient relativement spécialisées en fonction des préoccupations et des penchants de leurs propriétaires. Mais le statut de la plupart d'entre elles ne permettait pas leur fréquentation par le tout venant. Il faut attendre le X^e siècle pour voir se développer un autre type d'institutions, appelées *Dâr al-'ilm* [Maison de la science], qui étaient gérées selon le système du waqf (bien de main morte). Cela leur assurait un financement régulier et donc une certaine stabilité

¹- N. Mar'ûf : *Les savants des Nizâmiya et les madrasas de l'Orient musulman*, Bagdad, Matab'at al-irshâd, 1973. En arabe; M. Kably : *La question des madrasas mérinides, remarques et réflexions*, *Revue de la société et de la culture dans le Maroc médiéval*, Casablanca, Editions Toubkal, 1987. En arabe.

dans la gestion. En contrepartie, elles devaient être accessibles à tous les lecteurs. Parmi les plus connus, on peut citer celle d'Ibn Hamdân (X^e s.), à Mossoul, celle d'Ibn Siwâr à Bassora (X^e s.), celle de Sâbûr à Bagdad (XI^e s.), celle de Jalâl al-Mulk à Tripoli (XI^e s.) et, surtout, celle du calife fatimide al-Hâkim au Caire, qui est restée active tout au long du XI^e siècle et une bonne partie du XII^e¹. A partir de la fin du XI^e siècle, les *madrasas*, et par conséquent les bibliothèques qu'elles possédaient, étaient gérées selon le même statut du waqf. Il n'y avait donc pas de changement notable dans leur fonctionnement.

LES GRANDES ORIENTATIONS DES ACTIVITES SCIENTIFIQUES

Compte tenu de l'immensité de l'empire musulman et de l'histoire de sa constitution, la science n'y a pas traversé partout les mêmes phases. Elle n'a pas, non plus, connu le même niveau de développement dans toutes les régions et à la même époque. Puis, lorsque le phénomène de déclin s'est installé durablement, il n'a pas agi de la même manière sur les différents foyers scientifiques de l'empire. Cela dit, personne ne conteste aujourd'hui le fait qu'il y a bien eu, entre le IX^e et le XII^e un véritable âge d'or de la science auquel ont contribué, à des degrés divers, tous les centres importants de l'empire, quel que soit leur éloignement de la capitale Bagdad. On sait aussi qu'entre le XIII^e et le XV^e siècle, des zones entières, comme l'Andalus, la Sicile, l'Asie centrale et une partie du Croissant Fertile, ont vu leurs dynamismes freinés ou même brisés, comme résultat des différentes offensives militaires menées par les Castillans dans la péninsule ibérique, par les Normands en Sicile, par les Croisés en Méditerranée orientale et par les Mongols en Perse. Pourtant cela n'a pas entraîné un ralentissement général des activités scientifiques ni un tarissement de leur créativité. On peut expliquer ce phénomène par l'étendue de l'empire qui a pu absorber de tels chocs, par le réseau des bibliothèques des régions non touchées et qui ont pu conserver une partie du savoir qui avait disparu ailleurs et, enfin, par la vitalité, restée intacte, des foyers qui n'avaient pas souffert des guerres. Ce fut le cas, en particulier, de Marrakech, de Damas, du Caire et de Samarkand.

Il est difficile de résumer l'histoire de chacune des disciplines scientifiques qui ont été pratiquées durant la période de l'âge d'or et au-delà. Des études entières n'y suffiraient pas. Nous allons donc nous contenter d'évoquer les orientations essentielles des sciences pratiquées en pays d'Islam, et lorsqu'il s'agit de celles qui sont présentées dans l'exposition, nous renvoyons, en note, aux articles qui leur ont été consacrées dans ce catalogue.

Les sciences mathématiques

En mathématiques, la production a répondu à deux grandes sollicitations. La première a été celle de son environnement scientifique, social et économique pour lequel elle a joué un rôle d'instrument pour résoudre des problèmes concrets. Pour cela, les mathématiciens ont récupéré des procédés anciens (mésopotamiens, indiens, grecs) en les améliorant parfois et ils ont conçu de nouveaux instruments pour les adapter à des demandes nouvelles. C'est ainsi que s'est lentement constitué un ensemble d'outils, comme ceux de la trigonométrie, des procédés de construction, de calcul ou d'approximation ainsi que des résolutions des équations. La seconde sollicitation est celle de la communauté des scientifiques. Elle est totalement désintéressée, sans aucun but utilitaire et ne vise qu'à répondre à des questions non

¹- Y. Eche : *Les bibliothèques arabes, publiques et semi-publiques, en Mésopotamie, en Syrie et en Egypte au Moyen-âge*, Damas, Institut Français de Damas, 1967, pp. 67-161.

résolues. Ces dernières peuvent être anciennes comme elles peuvent avoir été inspirées par les nouvelles recherches entreprises à partir du IX^e siècle. Il faut préciser que ces deux préoccupations ont toujours été présentes dans les pratiques mathématiques arabes et elles ont permis le développement et parfois même la synthèse de deux démarches scientifiques bien distinctes. La première est qualifiée d'« *algorithmique* ». Elle vise à résoudre des problèmes en se préoccupant de tester ou de vérifier la justesse des résultats, c'est-à-dire de s'assurer, indirectement, de la validité des procédures. Ses origines sont à chercher, essentiellement, dans les pratiques indiennes, mésopotamiennes et chinoises. La seconde est dite « *hypothético-déductive* » en référence à la tradition philosophique grecque qui en est l'initiatrice. Elle consiste à énoncer les hypothèses du problème ou de la propriété à établir puis à « déduire » le résultat cherché en partant de ces hypothèses et en suivant une démarche rigoureuse qui constitue la démonstration. Il est utile de remarquer que ces deux démarches ont été enseignées et utilisées dans tous les foyers scientifiques de l'empire musulman ; ce qui signifie que, de Cordoue à Samarkand, en passant par Marrakech, Kairouan, le Caire et Bagdad, les mathématiques ont été pratiquées de la même manière, selon l'une ou l'autre de ces deux démarches et en fonction des problèmes posés. Cela explique aussi pourquoi les contributions originales, en géométrie, en calcul, en combinatoire ont vu le jour dans différents foyers scientifiques de l'empire¹.

En relation étroite et continue avec les mathématiques, l'astronomie est rapidement devenue la discipline reine, en particulier parce qu'elle a bénéficié, dès le départ et pendant des siècles, du soutien du pouvoir politique et de l'élite. Elle était en effet la science qui pouvait honorer les commandes de l'Etat central, puis des différents Etats locaux, concernant l'établissement des calendriers. C'est elle aussi qui assurait une meilleure connaissance des territoires de l'empire par la détermination des longitudes et des latitudes puis par la confection de cartes. C'est enfin elle qui cautionnait l'astrologie dans ses prédictions concernant le sort des individus, des groupes et même des pouvoirs. Mais c'est travers les dizaines d'instruments, conçus par les astronomes. Cela dit, l'astronomie a eu aussi ses préoccupations purement théoriques qui ont passionné les chercheurs et qui ont nourri les réflexions et les débats. Dans ce domaine, il y a eu bien sûr les différentes contributions pour améliorer les modèles planétaires hérités des Grecs mais également pour les critiquer vivement et tenter de les dépasser², Il y a eu aussi les nombreuses contributions pour élaborer des outils mathématiques indispensables à la confection des tables astronomiques. Certaines d'entre elles ont d'ailleurs été jugées tellement importantes qu'elles ont provoqué des polémiques entre savants, comme nous le rappelle al-Bîrûnî qui évoque, en ces termes, les conflits de priorité provoqués par l'établissement d'un outil mathématique nouveau, le *théorème qui dispense*³, qui permettait d'économiser beaucoup de temps dans le calcul de nombreux paramètres astronomiques : « *Ainsi en fut-il jusqu'à l'époque actuelle, notre époque si étonnante, si prodigieusement féconde, mais non exempte de contradictions. J'entends par-là que si nos contemporains voient se multiplier les domaines de la connaissance, s'ils sont naturellement enclins à rechercher en toute science la perfection, s'ils réussissent même, par des mérites accrus, là où les Anciens les plus illustres avaient échoué, on trouve chez eux des comportements qui contrastent avec ce que nous venons de dire. Une âpre rivalité oppose*

¹- A. Djebbar : *Un panorama des mathématiques arabes*. In C. Bartocci & P. Odifreddi (édit.) : *La matematica : I luoghi e i tempi*, Turin, Einaudi, 2007, pp. 177-208. En italien.

²- A. Djebbar : *Une histoire de la science arabe*, op. cit., pp. 153-200.

³- Il a été appelé ainsi parce qu'ils « *dispensait* » les astronomes d'utiliser un outil devenu, du coup, beaucoup moins performant, le *théorème de la figure sécante*, attribué au mathématicien grec Ménélaüs (II^e s.).

ceux qui sont en compétition. Ils se jalourent mutuellement. Querelles et disputes l'important au point que chacun envie l'autre et se glorifie de ce qui n'est pas de lui »¹.

Les sciences physiques

La médecine savante des pays d'Islam a puisé essentiellement dans l'héritage de Galien et d'Hippocrate, même si certains apports persans et indiens ne sont pas à négliger. Par son enseignement, par sa production et par le statut de ses promoteurs, elle s'est rapidement distinguée de la médecine traditionnelle qui a continué à avoir cours dans les couches les moins favorisées de la société. Sans attendre la fin de la phase de traduction, une nouvelle génération de médecins, s'exprimant en arabe, s'installe aux côtés des praticiens persans et syriaques qui tenaient alors le haut du pavé. Au niveau des publications, l'arabe va progressivement s'imposer et une nouvelle terminologie va se forger en puisant dans les racines de cette langue et parfois en empruntant des mots grecs ou persans et en se contentant d'arabiser la phonétique. Cette période pionnière a concerné essentiellement le centre de l'empire, mais les autres foyers scientifiques vont rapidement en profiter, grâce à l'uniformisation du niveau de l'enseignement. C'est ainsi que le Maghreb Oriental puis l'Andalus ont pu se constituer, dès le X^e siècle, deux traditions médicales puissantes qui se sont d'abord nourries des traductions et des premiers ouvrages réalisés en Orient, avant de produire leurs propres œuvres. C'est le même phénomène que l'on observe en Asie centrale comme le montrent les traités d'al-Mâjûsî (m. 1010) et d'Ibn Sîna (m. 1037).

Comme il n'est pas possible d'évoquer, dans le détail, les contributions de la médecine arabe qui ont constitué un apport incontournable, il nous suffira de pointer quelques unes de ses particularités². Il faut d'abord remarquer que, malgré sa forte présence et son statut dans la société, cette discipline n'a pas été immédiatement reconnue comme une science. Elle est en effet absente des premières classifications, comme celles d'al-Kindî et d'al-Fârâbî. Il faut attendre le X^e siècle pour qu'elle devienne, chez des bibliographes, comme Ibn an-Nadîm, une sous discipline de la physique. C'est là un exemple typique de la distorsion que l'on a observée, de tout temps, entre les pratiques scientifiques réelles et leur reconnaissance par ceux qui sont chargés d'en parler. La même remarque s'applique d'ailleurs à une branche de cette discipline qui n'est pas évoquée dans les classifications des sciences connues et qui est la médecine hospitalière. Cette dernière est apparue relativement tôt, d'abord à Bagdad au IX^e siècle puis dans d'autres métropoles. On a estimé à plus de trente les hôpitaux qui ont fonctionné depuis cette date mais on a également observé que la majorité d'entre eux était située dans le centre de l'empire (Croissant fertile et Egypte). Le concept a bien circulé hors de ces deux régions, comme cela est attesté avec les établissements de Chiraz en Perse, de Marrakech au Maghreb et de Grenade en Andalus mais, pour des raisons que l'on ignore encore, il n'y a pas eu, partout, une même politique hospitalière. L'exemple de l'Occident musulman en est un. On y constate ce qui a déjà été observé au sujet des Madrasas. Ce qui montre, une nouvelle fois, qu'il est hasardeux et erroné de généraliser à tout l'empire des situations ou des événements bien délimités dans l'espace et dans le temps.

Parmi les autres disciplines traditionnelles de la physique, il y a l'agronomie. Elle a bien sûr emprunté ses éléments de base aux pratiques ancestrales locales, soit directement en observant ce qui se faisait, soit en sollicitant encore une fois les ouvrages anciens dont le plus

¹ - Al-Bîrûnî : *Livre des clés de l'astronomie*, M.-Th. Debarnot (édit. & trad.), Damas, Institut Français de Damas, 1985, p. 94.

² - A. Djebbar : *Une histoire de la science arabe*, op. cit., pp. 301-331.

important est *L'agriculture nabatéenne* qui a été traduite du syriaque à l'arabe par Ibn Wahshiyya (VIII^e s.). Dans ce domaine aussi, la disparition des frontières politiques et le développement économique ont eu une conséquence heureuse. En effet, les barrières agricoles traditionnelles n'ont pas tardé à céder sous l'effet de la multiplication des villes, de l'élévation du niveau de vie (du moins pour une partie de la population de l'empire) et de l'apparition de nouvelles couches sociales, friandes de produits nouveaux ou exotiques. Cela a provoqué l'une des circulations les plus importantes qu'ait connu l'histoire de l'humanité : celle des fruits, des légumes, des arbres et des fleurs. Des espèces inconnues au Centre de l'Empire et en Andalus ont été acclimatées et ont fait l'objet d'observation, d'expérimentation et d'étude. Dans une première phase c'est en Orient qu'une tradition de recherche et d'étude a émergé et s'est développé. Mais, très vite, c'est l'Andalus qui a pris le relais en se spécialisant, plus que toute autre région de l'empire, dans les différents domaines de l'agronomie¹.

La mécanique hydraulique a représenté la dimension technologique de l'agronomie. Le livre fondateur de cette discipline dans la tradition arabe a été le *Kitâb al-hiyal* [Livre des procédés ingénieux] des trois frères Banû Mûsâ (IX^e s.). La technologie de l'eau y tient une place importante, avec la description de différents procédés plus ou moins sophistiqués mais tous opérationnels. Cette tradition de conception et de réalisation de machines utilitaires s'est maintenue au cours des siècles suivants et des contributions nouvelles sont venues enrichir ce chapitre de la mécanique arabe. Il est utile de signaler que l'importance de l'ingénierie arabe ne tient pas seulement à son caractère utilitaire et aux aspects très ingénieux de ses mécanismes. Elle tient aussi aux avancées théoriques qui se cachent derrière telle ou telle innovation technologique. Cela se voit clairement lorsqu'on essaie de reconstituer certaines machines hydrauliques. Mais cela se voit aussi dans les deux autres domaines de la « science des procédés ingénieux », celui des automates et celui des instruments de guerre².

Parmi les autres disciplines de la physique (qui mériteraient toutes d'être présentées), la plus prestigieuse et, incontestablement, la plus mystérieuse est la chimie. A partir d'un héritage très ancien qui s'est lentement constitué par emprunts successifs aux traditions antérieures (égyptienne, mésopotamienne, grecque), ce chapitre a connu, dès le VIII^e siècle, une impulsion décisive avec les travaux de Jâbir Ibn Hayyân (m. vers 815) et de ses disciples. Ces travaux, ainsi que leurs prolongements au cours des siècles suivants, avec les contributions d'al-Kindî (m. 873), d'ar-Râzî (m. 925), d'Ibn Umayl (m. 950), d'at-Tughrâ'î (m. 1120) et d'al-Jildâkî (m. 1342) (pour ne citer que les plus importants), ont souvent été menés à deux niveaux. Le premier, expérimental et appliqué, est celui de la manipulation de produits minéraux, végétaux et mêmes animaux à travers de multiples opérations et combinaisons visant à les analyser, à les transformer et à obtenir de nouveaux produits. Parmi les secteurs qui ont bénéficié de ces pratiques, il y a la cosmétique, les colorants, le papier, les encres, la céramique, le verre, les engins de guerre et la métallurgie. Le second niveau, élaboré en relation étroite avec le premier, est une combinaison de réflexions, philosophique, ésotérique ou mêmes mystiques, visant à interpréter les pratiques chimiques usuelles et à les prolonger par des manipulations dont le but était d'obtenir ce que certaines théories affirmaient : la possibilité de transformer les métaux ordinaires en or et celle de fabriquer le médicament qui guérit de tout. C'est ce second volet des activités des chimistes arabes qui a le plus circulé en Europe à travers les traductions du XII^e siècle³.

¹- M. El Faïz : *Les maîtres de l'eau : Histoire de l'hydraulique arabe*, Paris, Actes Sud, 2005.

²- A. Y. Al-Hassan & D. R. Hill : *Sciences et techniques en Islam*, Paris, UNESCO-Edifra, 1991.

³- A. Djebbar : *Une histoire de la science arabe*, op. cit., pp. 333-370.

Les sciences et les arts

On ne peut pas conclure cette présentation rapide des pratiques scientifiques arabes sans revenir, à travers un exemple significatif, à la question importante des relations qui ont pu exister entre certaines sciences et leur environnement. Nous avons déjà signalé, pour chacune des disciplines qui ont été évoquées dans cette introduction, les aspects utilitaires et appliqués de leurs activités et il n'est pas nécessaire d'y revenir. Mais il y a un domaine qui continue à intriguer parce qu'il n'a pas encore dévoilé tous ses mystères, c'est celui de l'art ou, plus précisément, celui des relations complexes entre les sciences et les arts. Comment les architectes des pays d'Islam ont-ils travaillé pour concevoir, sur le papier ou dans leur imagination, les plans de leurs oeuvres ? Comment ont-ils pu maîtriser les lois de la mécanique et celles de la résistance des matériaux ? Quel savoir théorique minimal devait posséder un artiste pour matérialiser son inspiration, sous forme de motifs et de figures originales pour un décorateur, ou sous forme de compositions nouvelles pour un musicien ? Quelle est la part de l'inspiration, de l'intuition et de l'imagination créatrices de l'artiste dans la découverte de résultats et de propriétés que la démarche scientifique ne pouvait pas, à l'époque, atteindre par ses seuls outils d'investigation ? Toutes ces questions sont légitimes lorsqu'on a eu l'occasion d'admirer les chefs-d'œuvre architecturaux et les différents styles de calligraphies, de mosaïques et de muqarnas ou de goûter au charme d'une musique aux multiples facettes.

Qu'en est-il précisément de la musique ? Nous savons que, dans la tradition arabo-musulmane, elle s'est épanouie à la fois comme un art et comme une science. Sa dimension scientifique s'est nourrie de l'héritage grec (où elle était considérée comme une branche des mathématiques), avant de connaître un développement significatif avec des travaux théoriques de grande valeur¹. Mais c'est en tant qu'art qu'elle a conquis ses titres de gloire en accompagnant les événements les plus joyeux comme les plus tristes, en contribuant à façonner un style de vie pour l'élite de la société et en produisant des œuvres qui continuent à faire vibrer et à émouvoir. C'est aussi sous l'angle artistique que se présentent à nous les nombreux instruments de musique qui ont été conçus ou améliorés dans le cadre de cette civilisation. Même si les spécialistes de l'acoustique sont capables de trouver, à posteriori, des explications théoriques aux performances techniques de tel ou tel instrument, il n'est pas toujours possible, dans l'état actuel de nos connaissances, d'affirmer que des études théoriques sont à l'origine de ces performances.

La situation est quelque peu différente lorsqu'on aborde les arts décoratifs qui ont fleuri en pays d'Islam. Les pratiques géométriques qui y interviennent, ainsi que celles qui sont liées au mesurage et au calcul des proportions, puisent incontestablement dans le savoir mathématique enseigné². On peut aussi supposer que ces pratiques ont vu leur niveau s'élever au fur et à mesure que les outils théoriques s'amélioraient. Mais on ne sait pas toujours comment se réalisaient, au quotidien, les échanges entre les détenteurs du savoir et les créateurs dans le domaine de l'art. Il faut dire que les témoignages sont rares et, de ce fait, ils ne permettent pas d'écrire l'histoire de ces échanges directs ou indirects dont il nous reste pourtant des preuves éclatantes à travers de nombreux chef-d'œuvres, comme les muqarnas

¹ - Ch. Poché : *Le rapport de la science et de la musique dans la civilisation arabo-islamique*. In A. Djebbar (édit.) : *L'âge d'or des sciences arabes*, catalogue de l'exposition "L'âge d'or des sciences arabes" (Institut du Monde Arabe, Paris, 25 octobre 2005-19 mars 2006), Paris, I.M.A. – Acte Sud, 2005, pp. 255-261.

² - Y. Porter : *Les arts et les sciences : ars gratia artis*, op. cit., pp. 243-252.

des madrasa et des mosquées d'Asie centrale, les mosaïques de l'Alhambra de Grenade ou les variations calligraphiques des livres et des façades.

Parmi les pratiques artistiques qui nous ont conservé des preuves irréfutables de leur lien avec un savoir géométrique, il y a la conception et la réalisation des muqarnas, des coupes et des mosaïques. Les textes qui nous sont parvenus montrent que les artisans ne se fiaient pas à leur seule intuition et à un savoir-faire figé hérité des maîtres et reproduit tel quel. Dans un chapitre de son livre *La clé du calcul*, le mathématicien al-Kâshî (m. 1429) expose, avec force détails les démarches précises à suivre pour concevoir les figures planes de base qui vont fournir, en trois dimensions, les différents types d'ogives, de coupes et de muqarnas¹. Comme il ne fait aucune critique au monde des artisans et à leurs manières de procéder dans ce domaine, on peut supposer qu'il n'a fait que systématiser des démarches que suivaient déjà les architectes et les décorateurs. Ce n'est pas le cas d'un autre mathématicien, Abû l-Wafâ' (m. 997), qui fait la distinction entre les méthodes des praticiens et celles des scientifiques. Dans son livre sur « *Ce qui est nécessaire aux artisans en constructions géométrique* », il évoque les procédés des maîtres artisans dans la découpe et la recombinaison des carreaux de faïence et il montre qu'ils ne répondent pas toujours au critère de l'exactitude et de la précision des hommes de science. Puis, il fournit des solutions aux mêmes problèmes, selon la démarche des géomètres et il démontre qu'elles sont plus conformes à la rigueur scientifique. Mais, en faisant cela, Abû l-Wafâ' nous révèle, indirectement, que son discours était compris de ses interlocuteurs. Ce qui signifie qu'ils avaient un niveau de connaissance mathématique tout à fait respectable. C'est d'ailleurs ce qui se dégage de l'argument que ces artisans lui opposent : selon eux ce n'est pas la rigueur mathématique qui est déterminante dans le choix de leurs solutions aux problèmes concrets qui se posent à eux, mais plutôt la démarche la plus optimale qui aboutit à un résultat satisfaisant pour l'œil². Il faut enfin remarquer qu'en s'écartant des conceptions des géomètres, les créateurs innovent et que les solutions qu'ils imaginent et qu'ils matérialisent dans leurs œuvres s'avèrent parfois être de nouvelles pistes pour des recherches futures. C'est le cas de toutes les constructions que la géométrie de la règle et du compas ne pouvait pas permettre (pour des raisons théoriques) et qui ont enrichi, grâce aux initiatives des artisans décorateurs, le chapitre mathématique des résolutions et des constructions par approximation. C'est aussi le cas des techniques de pavage qui consistent à recouvrir le plan par des motifs réguliers se répétant, sans rupture, jusqu'à l'infini. Là aussi, c'est la création artistique qui a, manifestement, devancé les recherches des mathématiciens (qui n'ont d'ailleurs abouti que vers la fin du XIX^e siècle).

Comme on le voit, l'art en pays d'Islam a eu, avec les sciences (et plus particulièrement avec les mathématiques), des relations riches et complexes qui n'ont pas été réduites à un simple emprunt de techniques pour matérialiser l'inspiration de l'artiste. Il y eut des moments où, par son imagination et son intuition, ce dernier a entrevu des voies nouvelles, non encore explorées par les hommes de sciences. Son incursion dans l'inconnu n'était pas guidée par le savoir de son époque. C'était même lui qui, par son inspiration, indiquait parfois le chemin.

¹- Al-Kâshî : *Miftâh al-hisâb* [La clé du calcul], A. S. Damirdâsh & M. Hamdî (édit.), Le Caire, 1967, pp. 176-188.

²- Abû l-Wafâ' : *Kitâb fi mâ yahtâju ilayhi as-sâni' min 'ilm al-handasa* [Livre sur ce qui est nécessaire à l'artisan en géométrie], S. A. Al-'Alî (édit.), Bagdad, Imprimerie de l'Université de Bagdad, 1979.

Les sciences arabes en Europe

Au terme de cette présentation rapide, il nous faut évoquer un dernier aspect important des sciences arabes, celui de leur circulation et de leur rôle dans l'avènement d'une nouvelle tradition scientifique. Depuis le XIX^e siècle, les chercheurs n'ont cessé d'exhumer des témoignages sur l'importance de l'apport arabe dans la réactivation des sciences en Europe. Les travaux de ces dernières décennies ont encore enrichi nos connaissances sur ce phénomène. Pourtant, on continue, ici ou là à réduire cet apport à une simple « transmission » du savoir grec. Il faut tout de suite dire que les hommes de sciences des pays d'Islam n'ont, à notre connaissance, jamais eu l'idée de « transmettre » leur savoir à l'Europe chrétienne. Il y avait au moins deux raisons à cette attitude : les conflits persistants qui ont empoisonné les relations entre les deux mondes durant plus de deux siècles (fin XI^e-fin XIII^e s.) et la conviction des sujets de ces pays que les Chrétiens d'Occident n'avaient pas atteint le degré de « civilisation » qui permettait de s'occuper de science.

Il faudrait plutôt parler « d'appropriation » des savoirs grecs et arabes par des groupes encore très minoritaires dans les sociétés de l'Europe médiévale. Ce sont en effet des initiatives de quelques dizaines de personnes, de confessions, d'horizons et de pays différents, qui ont été à l'origine de cet événement considérable qui a consisté à traduire, en latin, en hébreu et parfois même dans des langues locales, tout ce qui était accessible en matière de science et de philosophie. Et cela n'a pas concerné uniquement les œuvres grecques puisque de nombreux traités arabes touchant à toutes les sciences ont également été traduits. Il y eut même une première phase, qui a débuté à la fin du XI^e siècle et qui s'est poursuivie un certain temps, où des hommes de science européens reproduisaient dans leur langue, ce qu'ils avaient appris et assimilé en arabe. Ce fut le cas d'Abraham Bar Hiya en Espagne et de Fibonacci (m. après 1240), en Sicile¹.

Il faut enfin préciser que cette génération de pionniers n'a pas profité uniquement des savoirs et des savoir-faire des pays d'Islam. En s'appropriant une partie du contenu de la science produite entre le IX^e et le XII^e siècle, ses membres se sont initiés aussi à une autre manière de pratiquer la science et ont fini par adopter un autre regard sur la nature et sur ses lois. Après une longue période où l'acquisition du savoir visait essentiellement à glorifier Dieu, eux se sont mis à faire de la science d'une manière profane, avec pour seul but de comprendre, rationnellement, les phénomènes, c'est-à-dire comme l'avaient pratiqué et enseigné les savants arabes. Adélarde de Bath, un des traducteurs du XII^e siècle pensait à cela lorsqu'il répondait à un des tenants de l'ancienne école : «*Moi, j'ai en effet appris de mes maîtres arabes à prendre la raison pour guide, toi tu te contentes de suivre en captif la chaîne d'une autorité affabulatrice* »².

¹- M. Guttman (édit.) : *Abraam Bar Hiia, Libre de Geometria*, Barcelone, 1931 ; L. E. Sigler : *Fibonacci's Liber Abaci*, New York, Springer-Verlag, 2002.

²- Le Goff, *Les intellectuels au Moyen Âge*, Paris, Seuil, 1985, p. 59.