

3. Héritages et échanges

La civilisation arabo-musulmane, à l'instar des autres civilisations d'ailleurs, n'est pas née du néant. Sur le plan scientifique qui nous préoccupe ici, elle a bénéficié d'apports de sociétés antérieures. De même, elle a ensuite communiqué ses acquis à d'autres contrées. Nous devons donc évoquer non seulement les « produits » échangés (œuvres, concepts, techniques...), mais aussi la forme et les conséquences des échanges.

Un processus d'appropriation

J'évoquerai ces questions non de manière chronologique, mais à partir de trois remarques destinées à préciser la façon dont on devrait, à mon avis, aborder le problème et ce, différemment de ce qui est souvent retenu.

Le premier point concerne aussi bien la relation de la science arabe aux savoirs antérieurs que ses rapports à la science européenne postérieure. Il s'agit de la notion de « transmission ». On a l'habitude de dire que les Arabes ont transmis la science grecque à l'Occident. Je n'ai jamais lu que les Byzantins – pourtant héritiers naturels des Grecs – avaient transmis leurs sciences, ni aux Européens ni aux Arabes d'ailleurs...

Peut-être, en partie du moins, parce qu'ils n'ont effectivement rien transmis dans ce domaine !

Nous y reviendrons plus loin, ne serait-ce que pour préciser et réévaluer leur rôle. On ne dit pas non plus : les Sumériens, les Babyloniens, les Chinois, les Indiens... ont transmis leurs savoirs aux Arabes. Il faudrait, je crois, se

décider enfin à utiliser le même langage dans tous les cas, car il s'agit de réalités semblables.

Puisque les mots ont un sens, je commencerai par faire remarquer, contrairement à ce qui se lit partout, que les Arabes n'ont rien transmis à l'Europe, pas plus d'ailleurs que les anciens peuples du Croissant fertile ne leur ont transmis leur science. Les Sumériens et les Babyloniens avaient, en tant que tels, disparus depuis plusieurs siècles. On ne pourrait donc pas, de toute façon, penser à une transmission directe en ce qui les concerne.

Serait-il cependant correct d'évoquer une transmission involontaire des sciences grecques et arabes à l'Occident chrétien ?

Même pas ! Des actes – culturels et politiques – ont été accomplis certes, mais ils n'ont aucun rapport avec une quelconque transmission, même passive.

Revenons quelques siècles auparavant. Que s'est-il passé aux VIII^e et IX^e siècles dans le cadre de la civilisation arabomusulmane ? Certains citoyens de la cité – compte tenu de leur avancée intellectuelle, de leur savoir ou de leur savoir-faire, de leur conscience, de leur curiosité, de leurs contacts..., que sais-je ! – ont pris l'initiative, soit individuellement, soit en groupe, et dans le cadre d'une dynamique qu'ils ne contrôlaient pas, d'« aller à la recherche » d'informations, de textes, etc. Il ne s'agissait pas d'un phénomène de transmission avec, d'un côté, des gens conservant un patrimoine et désireux de le transmettre et de le diffuser par un acte volontaire s'inscrivant dans une stratégie donnée et, de l'autre, des communautés plus ou moins prêtes à recevoir ce patrimoine mais n'engageant pas d'actions spéciales pour connaître son contenu. Dans le cas des sujets de la cité islamique des VIII^e et IX^e siècles, il s'agissait bien, pour eux et dans leur diversité religieuse (puisque les premiers scientifiques étaient musulmans, chrétiens, juifs, sabéens ou même païens), d'une « démarche volontaire » de recherche de la science avec tout ce que cela suppose comme initiatives et comme activités préliminaires.

Il serait donc plus juste de parler, dans ce cas, d'un acte d'appropriation d'une partie de la science de leurs prédécesseurs. Cette « appropriation » est d'ailleurs confirmée par les témoignages et les anecdotes – authentiques ou non, cela importe peu – qui accompagnent le phénomène. Al-Ma'mūn, le calife abbasside, fils du célèbre Harūn ar-Rashīd, aurait écrit à l'empereur de Constantinople de l'époque, Léon V (813-820), pour lui demander de lui prêter des manuscrits scientifiques afin qu'ils soient traduits en arabe. Sur le conseil des ecclésiastiques de son entourage, l'empereur aurait refusé. Al-Ma'mūn aurait alors changé de ton et menacé Constantinople de guerre et de représailles. Après avoir consulté une seconde fois ses conseillers, Léon V aurait accepté avec, disent les chroniqueurs arabes, l'arrière-pensée (soufflée par les ecclésiastiques qui l'entouraient) que l'étude des textes philosophiques grecs jetterait sûrement le trouble chez les musulmans, créerait la discorde parmi eux et les affaiblirait considérablement en contaminant les esprits de leurs élites et en minant leur société de l'intérieur.

Le plus significatif dans cette anecdote, et qui doit contenir un peu de vrai, c'est le refus initial. C'est une attitude analogue qui sera rapportée par les historiens d'al-Andalus au sujet des musulmans cette fois, à travers le propos d'un intellectuel du XII^e siècle, originaire de la ville de Murcie, qui aurait déclaré à ses coreligionnaires à peu près ceci : « Protégez votre patrimoine, ne laissez pas les chrétiens s'en emparer et le traduire, car ils vont ensuite l'utiliser contre vous. »

À partir du XII^e siècle, la démarche de certains intellectuels chrétiens est analogue à celle des musulmans du VIII^e siècle. C'est à une nouvelle appropriation que l'on assiste, c'est-à-dire un acte volontaire qui a consisté à venir, de tous les coins de l'Europe, s'installer à Tolède, à y apprendre, parfois, un minimum d'arabe puis à se lancer pour toute une vie dans la traduction, de l'arabe en latin et en hébreu, d'ouvrages grecs mais aussi et surtout d'ouvrages arabes produits en Orient, en Andalus ou au Maghreb.

La deuxième remarque concerne la grande diversité du contenu du patrimoine préislamique qu'il a été possible

d'exhumer et de traduire. La position géographique du centre de l'Empire musulman, la diversité de ses groupes humains et les contacts ou les liens qu'ils entretenaient mutuellement depuis des siècles ont facilité la récupération d'une partie de ce patrimoine scientifique, et cela avant même la grande période des traductions.

Une troisième remarque concerne les débuts du processus d'appropriation. On a eu tort d'identifier parfois ce processus avec le phénomène de traduction. L'essor de la science arabe à partir de la fin du VIII^e siècle, comme d'ailleurs celui de la réactivation de la science européenne après le XII^e siècle, montre qu'une partie de l'information scientifique à l'origine des deux phénomènes a été acquise à travers des circuits directs.

Pour les hommes de sciences des VIII^e et IX^e siècles, un premier circuit a été celui de l'appropriation orale. Il concerne les pratiques locales héritées des sociétés antérieures qui vivaient dans la région du Croissant fertile. Un second circuit est celui de l'appropriation directe du contenu de certains ouvrages, sans passer par les traductions. Le phénomène est mal connu, mais des études comparatives ont permis d'affirmer son existence, en particulier en médecine, en agronomie et en astrologie.

Quelques sources

A-t-on une idée précise des sources de la science arabe ?

Je pense qu'il faut rappeler, même si cela a été déjà dit, que l'une des chances de la civilisation arabo-musulmane a été de contrôler des territoires où vivaient des populations de vieille civilisation détenant un patrimoine culturel et scientifique important. L'attitude des premiers responsables de la conquête a été, globalement, de préserver ce qu'ils trouvaient dans ces territoires et d'encourager les communautés assujetties à leur pouvoir à poursuivre leurs activités, même si, au départ, ces responsables étaient loin de penser redynamiser un jour les activités scientifiques de ces régions. Les

actions et les décisions de ces chefs et de ces cavaliers, souvent incultes (au sens de la culture antique, bien sûr), étaient en fait inspirées par une partie du message de la nouvelle religion. De plus, l'Islam se présentait aux populations conquises comme un prolongement des anciennes religions monothéistes et un achèvement du message divin. Ce n'était donc pas en ennemis idéologiques que les défenseurs de l'Islam se montraient lorsqu'ils étaient en face de populations monothéistes, du moins pas dans les premiers temps de la conquête.

Le monothéisme n'est pas, en lui-même, une explication suffisante. L'Empire byzantin était, lui aussi, monothéiste.

Vous avez raison, le monothéisme musulman a contribué à la préservation du patrimoine récupéré par les conquêtes, mais cette attitude n'explique pas, bien évidemment, le formidable dynamisme scientifique ultérieur. La réponse renvoie en fait implicitement à la polémique qui a agité les milieux intellectuels européens du XIX^e siècle. Des historiens avaient en effet affirmé que les Arabes, au cours de leurs conquêtes, avaient tout détruit. Puis, quand ils se sont civilisés au contact de peuples plus évolués qu'eux, ils ont fait acte de contrition et ont tenté de récupérer et de protéger ce que leur fureur de conquérants n'avait pas éliminé. Il y a des citations fameuses allant dans ce sens. C'est historiquement une contrevérité, dont le seul intérêt est qu'elle nous renseigne non pas sur les Arabes mais sur l'état d'esprit de ceux qui en parlaient. Il suffit de lire ce qu'ont écrit à ce sujet les premiers grands historiens français des sciences, comme Montucla (1799) et Chasles (m. 1880), qui ont pourtant fait beaucoup pour une meilleure connaissance de l'astronomie et des mathématiques arabes.

Quant à la dynamique scientifique ultérieure, l'analyse de ses causes n'est pas simple du tout. Il y a bien sûr l'explication facile qui en fait un miracle de la nouvelle religion. Mais on trouve peu de personnes, même chez les musulmans du Moyen Âge, qui se contentent de cette explication. Lorsqu'on lit les informations rapportées par les historiens

**Les Arabes vus
par le mathématicien Chasles**

Les arts et les sciences s'affaiblissaient déjà, lorsque l'Égypte devint la conquête des Arabes, et que l'embrasement de la fameuse bibliothèque des Ptolémées, dépôt précieux, depuis dix siècles, de toutes les productions du génie et de l'érudition, fut le signal de la barbarie et des longues ténèbres qui enveloppèrent l'esprit humain.

Cependant, ces mêmes Arabes, après un ou deux siècles, reconquirent leur ignorance, et entreprirent eux-mêmes la restauration des sciences. Ce sont eux qui nous transmièrent soit le texte, soit la traduction dans leur langue, des manuscrits qui avaient échappé à leur fureur fanatique. Mais, c'est là, à peu près, la seule obligation que nous leurs ayons. Car la géométrie, à l'exception toutefois du calcul des triangles sphériques, resta stationnaire entre leurs mains, leurs travaux se bornant à admirer et à commenter les ouvrages grecs, comme s'ils marquaient le terme le plus élevé et le plus sublime de cette science.

Source : M. Chasles, Histoire de la géométrie, Paris, Gauthier-Villars, 3^e éd., 1889, p. 51-52.

arabes ayant écrit sur les sciences dans leur civilisation, on constate qu'il s'agit plutôt d'un phénomène complexe dans lequel interviennent des facteurs économiques, sociaux, culturels, et probablement d'autres éléments que nous ne percevons pas encore, parce que les recherches sur plusieurs aspects de cette civilisation ne sont pas assez avancées.

A-t-on une idée de ce qui a été préservé à Constantinople comme patrimoine scientifique et philosophique ? La capitale de l'Empire byzantin avait en effet recueilli une bonne partie de l'héritage grec et hellénistique. Elle avait potentiellement tout ce qui était nécessaire à la création d'une science originale. Qu'a-t-elle fait de ce trésor ?

Le rôle de Constantinople dans l'histoire des activités scientifiques au Moyen Âge est sans doute à réévaluer. Il semble que l'Empire byzantin ait maintenu, à partir du

viii^e siècle et au temps de la plus grande splendeur musulmane, une activité minimale. Puis, il y aurait eu une sorte de reprise à partir du xiii^e siècle, grâce à une relative osmose avec l'activité scientifique arabe. La circulation des idées n'a jamais été interrompue, même pendant les conflits.

Cela dit, la production endogène de Constantinople est restée faible en comparaison de celle de l'Empire musulman. Malgré la richesse du patrimoine philosophique et scientifique hérité des Grecs, les conditions n'existaient apparemment pas pour qu'une réactivation des sciences ait lieu dans cette capitale. Faut-il incriminer le rôle de la religion officielle, les structures sociales, les caractéristiques économiques de ce qui restait du grand Empire byzantin ? Il faudrait interroger les spécialistes de son histoire. À l'inverse, Constantinople a conservé, pendant des siècles, des trésors scientifiques et culturels. Certains ont pu être traduits par les musulmans, mais un certain nombre n'a pas pu être récupéré par les traducteurs des viii^e et ix^e siècles. On sait par exemple qu'au x^e siècle l'empereur de Constantinople a offert une copie du *Traité des plantes* de Dioscoride (i^{er} s.) au calife de Cordoue 'Abd ar-Rahmān III et qu'il lui a même envoyé un prêtre bilingue pour en assurer une nouvelle traduction en arabe. On sait également qu'au xiii^e siècle les traducteurs qui travaillaient en Sicile, à la cour de l'empereur Frédéric II (m. 1250), ont utilisé des ouvrages grecs provenant directement de Constantinople et dont certains étaient différents de ceux utilisés par les premiers traducteurs arabes. C'est le cas en particulier pour une copie des *Éléments* d'Euclide.

Dans les centres actifs, que peut-on dire des modes d'acquisition des savoirs par l'Islam ?

Il faut se garder d'une représentation simpliste ou enjolivée de ce phénomène. Ce ne fut sûrement pas une invasion des foyers scientifiques par des hordes d'incultes brusquement illuminés par les préceptes de la nouvelle religion. Cela a dû se passer d'une manière plus sereine, plus naturelle. Comme je l'ai déjà dit, les premiers acteurs faisaient

partie des gens instruits qui vivaient dans ces foyers, qui appartenaient sans nul doute aux élites locales, qui maîtrisaient une ou deux langues en plus de leur langue maternelle (leur environnement cosmopolite et leurs activités intellectuelles le leur permettaient). Ils devaient aussi connaître des textes anciens, soit parce qu'ils pouvaient les lire dans leur langue d'origine, soit parce qu'ils disposaient déjà d'une traduction en syriaque ou en persan. Pour cette catégorie de nouveaux sujets du pouvoir musulman, la seule chose qui a dû changer – et quel changement de taille ! –, ce fut la naissance d'une dynamique inédite liée au nouveau contexte politique créé par l'avènement du pouvoir musulman et par sa manière de gouverner les populations désormais sous son contrôle.

D'ailleurs la dynamique scientifique n'a pas été instantanée. Qu'on en juge. Le Prophète est mort en 632. Or le témoignage le plus ancien concernant la traduction d'un texte astronomique en arabe date de 773, soit cent quarante et un ans plus tard. Il s'agit d'un ouvrage indien offert au calife al-Manşūr et dont ce dernier aurait ordonné la traduction. Dans l'intervalle, il y a eu surtout une réactivation des foyers anciens, prise en charge essentiellement par ceux qui y travaillaient déjà. Le contexte ayant changé, leurs écrits et leurs enseignements, qui répondaient aux nouveaux besoins, ont dû circuler prioritairement, sans être traduits, puisque leurs utilisateurs potentiels pouvaient les lire dans leur langue d'origine ou dans leurs anciennes traductions. Ce fut le cas, par exemple, pour des dizaines d'ouvrages de médecine qui avaient été traduits en syriaque ou en pehlvi à partir des versions grecques. Ils ont été utilisés dans ces deux langues par les médecins au service des califes omeyyades, c'est-à-dire jusqu'en 750, et même plus tard par ceux qui étaient au service des premiers califes abbassides.

Il s'agit, comme on le voit, d'un processus complexe, non d'un simple rapport mécanique de cause à effet.

Traductions

Venons-en maintenant à la traduction des textes anciens – notamment grecs – en arabe.

Il faut d'abord rappeler que, dans certains domaines, la traduction du grec au syriaque a été antérieure à celle du grec à l'arabe. Une tradition de traduction existait depuis au moins le IV^e siècle dans certaines régions, et tout un système d'écoles syriaques avait été mis en place. Puis on a traduit du syriaque à l'arabe, sans grands problèmes d'ailleurs car les gens des milieux cultivés pratiquaient souvent les deux langues (du reste très proches). On peut, mais à un moindre degré, dire la même chose du sanskrit et du pehlvi. Dans les deux cas s'est produite une phase intermédiaire, qui a d'autre part chevauché la phase des traductions directes. Il y a des exemples nombreux, particulièrement en médecine, de familles de lettrés ou de médecins ayant commandé des traductions syriaques d'ouvrages grecs. La traduction directe en arabe – et l'écriture des textes scientifiques dans cette langue – s'est accentuée dans le cadre du processus général d'arabisation. Puis le facteur culturel et idéologique a dû jouer pleinement.

Il faut également dire que le phénomène de traduction n'a pas été rapide, ni mené rationnellement. Il n'a pas été non plus exhaustif. Personne n'a décidé, un jour, au niveau le plus élevé de l'État califal, qu'il fallait réunir tous les textes scientifiques – grecs et autres –, les confier à une cohorte déjà prête de traducteurs, leur ordonner de se mettre au travail et d'achever les traductions dans un délai de quelques mois. Bien sûr, des anecdotes allant dans ce sens nous sont parvenues, mais elles renseignent plus sur la mentalité de leurs auteurs que sur les événements qu'elles sont censées illustrer. Elles ont la même vertu que la pomme de Newton ! Dans la réalité, le phénomène de traduction a été plus complexe, plus long et pas du tout coordonné. On ne sait même pas d'ailleurs quand il a commencé. Il a existé des traductions locales, individuelles, dont on a peu parlé parce

qu'elles ne s'inscrivaient pas dans le grand courant que l'histoire allait retenir.

On sait, par exemple, que certains textes fondamentaux ont été traduits plusieurs fois en arabe et parfois par la même personne. Quand il s'agit de traductions pionnières, la raison est facile à deviner : la langue arabe était, à la naissance de l'empire, assez pauvre dans les domaines scientifique et philosophique. Plus tard, les choses ayant évolué et la langue s'étant enrichie, le traducteur a ressenti alors le besoin de reprendre son travail et de l'améliorer. Mais ces traductions n'ont pas toujours été accomplies dans le seul but d'améliorer la terminologie et l'expression scientifiques. Le souci de rigueur et de fidélité au texte a également joué.

Pour répondre à cette exigence, il fallait disposer de nouvelles copies des textes en question. Or il faut bien reconnaître que, tout au long du IX^e siècle et jusqu'au milieu du X^e, la recherche des textes à traduire a été aléatoire, chaotique, pas toujours fructueuse, réalisée au hasard des butins, des héritages, des découvertes de bibliothèques, etc. D'autre part, lorsqu'une nouvelle copie d'un texte déjà traduit est trouvée, le réflexe du traducteur – qui exerce désormais un métier, avec ses règles de travail et son éthique professionnelle – est de comparer son contenu à l'ancienne copie, de l'utiliser pour améliorer la première traduction, même s'il en est l'auteur, ou pour en réaliser une nouvelle. C'est ce qui est arrivé, par exemple, à Hunayn Ibn Ishāq, qui raconte comment, après trente ans d'investigations, il finit par trouver, à Alexandrie, une copie des *Topiques* d'Aristote meilleure que celle qui lui avait servi, dans sa jeunesse, pour réaliser la première traduction. Il s'engagea alors, avec le même enthousiasme, dans une seconde traduction. Un autre exemple nous est donné par les frères Banū Mūsā (IX^e s.). Dans l'introduction à la version arabe des *Coniques* d'Apollonius, ils racontent, dans le détail, ce qui leur est arrivé lorsqu'ils étaient à la recherche d'une copie de ce joyau de la géométrie grecque. Ayant découvert quatre des huit livres de l'ouvrage, ils ont alors chargé Ibn Abī Hilāl d'en faire la traduction. Plus tard, ils ont trouvé trois autres livres manquants. Ils les ont fait traduire par Thābit Ibn

Qurra (m. 901). Mais il leur manquait le livre VIII. L'un de ces trois frères, devenu entre-temps gouverneur d'une province, fera tout son possible pour le retrouver, mais en vain. Presque trois siècles plus tard, convaincu de ne plus pouvoir retrouver le dernier chapitre des *Coniques*, le mathématicien et physicien Ibn al-Haytham décide tout simplement de reconstituer son contenu. Cette tentative nous est d'ailleurs parvenue et elle a même fait l'objet d'une thèse qui a été soutenue, il y a quelques années, dans une université américaine.

Quels ont été les ouvrages d'Aristote traduits en arabe, et à quels moments ? Quelles sont les thèses qui ont été reprises par les philosophes et les scientifiques de l'Islam ?

D'abord une première remarque sur l'appropriation du corpus philosophique grec par les intellectuels des pays d'Islam. En ce qui concerne la philosophie elle-même, les Arabes ont traduit tout ce qui leur est tombé sous la main : non seulement des écrits d'Aristote et de Platon, mais également ceux d'auteurs moins importants. Par ailleurs, ils se sont beaucoup préoccupés de ce que l'on pourrait appeler, en reprenant l'expression d'Ibn Rushd, la « connexion » entre la philosophie et la théologie. De ce fait, la philosophie arabo-musulmane englobe à la fois des spéculations purement philosophiques, dans le prolongement de la tradition grecque, et des analyses plus ciblées, relatives à des problèmes théologiques que les débats et les schismes des premiers siècles de l'Islam avaient soulevés.

Une seconde remarque s'impose : les Arabes n'ont pas fait le tri dans le corpus philosophique grec. Tout les a intéressés, et ils ont étudié et commenté le moindre texte qu'ils ont pu traduire. Ils ont d'ailleurs attribué des textes à certains auteurs sans que l'on sache si cette attribution est de leur fait ou imputable aux Grecs eux-mêmes. Plusieurs ouvrages sont ainsi attribués à Pythagore¹, notamment l'*Épître aux*

1. Auteur du V^e siècle av. J.-C., né dans l'île de Samos. Il est surtout connu comme mathématicien (théorème de Pythagore) et comme auteur

révoltés de Sicile et l'*Épître sur l'extraction des nations*. Les spécialistes doutent de l'authenticité de ces attributions mais, parfois, il est difficile de trancher parce que les textes en question sont perdus, même dans leur version arabe.

D'une manière plus précise, les Arabes ont traduit un certain nombre d'écrits de Platon (*République*, *Timée*, *Lettre à Creton*...). Mais c'est surtout Aristote, qu'ils appelaient respectueusement le « Premier Maître », qui les a le plus intéressés. Son œuvre a dominé l'activité philosophique en pays d'Islam du IX^e au XIII^e siècle, avant d'être violemment attaquée, surtout à partir du XII^e siècle, par des théologiens de différentes obédiences. L'importance d'Aristote apparaît clairement d'ailleurs dans la manière dont les biobibliographes arabes ont présenté sa vie et son œuvre. Ibn an-Nadīm (m. 995), par exemple, a noté scrupuleusement non seulement la liste de ses écrits qui ont été traduits en arabe, mais également celle de ses commentateurs, d'abord grecs puis arabes. C'est avec la même rigueur qu'il a essayé de préciser, à chaque fois, la nature des traductions (du grec au syriaque, du grec ou du syriaque à l'arabe).

Pour compléter la réponse à votre question, je voudrais dire quelques mots sur les références à l'œuvre d'Aristote dans les écrits des scientifiques des pays d'Islam. On peut considérer que, à quelques exceptions près, les physiciens, les mathématiciens et les astronomes antérieurs au XIII^e siècle ont travaillé dans un cadre conceptuel aristotélicien. Comme on le verra par la suite, c'est en référence à Aristote que les critiques les plus virulentes ont été dirigées contre le système astronomique de Ptolémée. En physique, ce sont les analyses du grand philosophe qui sont reprises par ceux qui ont étudié le mouvement des corps. En mathématiques, on est allé même plus loin puisque, pour prendre l'exemple d'al-Khayyām, c'est en se fondant explicitement sur le principe d'Aristote relatif à la divisibilité à l'infini d'une grandeur continue qu'il établit un résultat lui permet-

d'une première théorie scientifique de la musique. Le personnage est en partie légendaire, mais l'existence d'une école pythagoricienne est parfaitement établie.

Écrits d'Aristote traduits en syriaque ou en arabe

Par Hunayn Ibn Ishāq

- *Les Catégories*
- *Premiers Analytiques* (du grec au syriaque)
- *Seconds Analytiques* (du grec au syriaque)
- *Le Livre de la génération et de la corruption* (du grec au syriaque)
- *Le Livre de l'âme* (du grec au syriaque)

Par Ishāq Ibn Hunayn

- *Les Topiques* (du grec au syriaque)
- *La Rhétorique* (du grec à l'arabe)
- *Le Livre de la génération et de la corruption* (du syriaque à l'arabe)
- *Le Livre de l'âme* (du syriaque à l'arabe)
- *Métaphysique*, petit alpha (du grec à l'arabe)

Par Abū Bishr Matta

- *Seconds Analytiques* (du syriaque à l'arabe)
- *La Poétique* (du syriaque à l'arabe)
- *Réfutations sophistiques* (du grec au syriaque)
- *Les Météorologiques* (du grec à l'arabe)

Par Ibn 'Adī

- *Les Topiques* (du syriaque à l'arabe)
- *La Poétique* (du grec à l'arabe)
- *Métaphysique*, lambda (du grec à l'arabe)

Par Ibn Nā'ima

- *Réfutations sophistiques* (du grec à l'arabe)
- *La Physique*, livres V-VIII (du grec à l'arabe)

Par Théodore

- *Premiers Analytiques* (du grec à l'arabe)

Par ad-Dimashqī

- *Les Topiques* (du grec à l'arabe)

Par Qusṭā Ibn Lūqā

- *La Physique*, livres I-IV (du grec à l'arabe)

Par Ibn al-Baṭrīq

- *Du ciel* (du grec à l'arabe)

Par Nazif Ibn Yumn

- *Métaphysique*, grand alpha (du grec à l'arabe)

Par Eustache

- *Métaphysique*, béta-fin (du grec à l'arabe)

Par Ibn Zur'a

- *Métaphysique*, kappa (du grec à l'arabe)

tant de fournir une explicitation ou une nouvelle interprétation du rapport de deux grandeurs. Cette adhésion aux idées aristotéliennes est encore plus visible lorsque les scientifiques polémiquent entre eux. C'est ainsi qu'a propos du fameux postulat des parallèles, al-Khayyām dit : « Quant aux erreurs des Modernes dans la démonstration de cette prémisse, elles sont dues < au fait > qu'ils ont négligé les principes hérités du Sage [c'est-à-dire Aristote] et ne se sont fondés que sur les < principes > qui ont été donnés par Euclide au début du Livre I. Or ce qu'il a donné est insuffisant. » Quelques décennies plus tard, Naṣīr ad-Dīn aṭ-Ṭūsī n'hésite pas à qualifier le grand mathématicien Ibn al-Haytham (XI^e s.) d'incompétent en philosophie parce qu'il n'a pas respecté les règles énoncées par Aristote à propos des objets de la géométrie.

Mais il faut bien dire que ce respect, à nos yeux excessif, du corpus aristotélien n'a pas toujours rendu des services aux scientifiques. On peut même montrer qu'il a constitué, ici ou là, un frein à des développements féconds tant en mathématiques qu'en physique ou en astronomie. Pour cette dernière discipline, le discours aristotélien a effectivement aidé à ébranler le système ptoléméen mais il n'a pas permis, du moins au vu des textes qui nous sont parvenus, de lui

**aṭ-Ṭūsī (XIII^e s.) critiquant Ibn al-Haytham (XI^e s.)
au nom de l'orthodoxie aristotélienne**

Quant à Ibn al-Haytham – que Dieu lui accorde sa miséricorde – il a remplacé, dans son livre *La Résolution de ce qui est douteux dans le Livre d'Euclide*, cette prémisse [c'est-à-dire le postulat des parallèles] par une autre (...). Mais les allusions qu'il fait dans ce livre (...) font apparaître l'incohérence de son discours, la confusion qu'il fait entre deux arts différents, son manque de compétence dans la science dans laquelle on corrige les principes de la géométrie (...). Tout cela indique qu'il ne maîtrise pas la science qui permet de corriger les fondements des sciences.

Source : K. Jaouiche, *La Théorie des parallèles en pays d'Islam. Contribution à la préhistoire des géométries non euclidiennes*, Paris, Vrin, 1986, p. 204-205.

substituer un nouveau modèle. En mathématique, et malgré les initiatives de certains calculateurs ou algébristes, on a continué pendant des siècles à affirmer, dans la droite ligne de la tradition philosophique grecque, que *un* n'est pas un nombre (ainsi que zéro, par voie de conséquence), que le mouvement doit être banni des définitions et des démonstrations géométriques, et que l'homogénéité doit être toujours respectée dans la manipulation des grandeurs.

On aurait pu penser qu'à partir du XIII^e siècle, avec la marginalisation progressive de la philosophie, les scientifiques allaient se libérer de ces « contraintes ». Il n'en a rien été. Probablement parce que cette marginalisation n'a pas été un dépassement vers de nouveaux horizons de pensée, mais une régression qui s'est traduite par un certain conformisme dans la réflexion sur les objets et les outils de la science, ou tout simplement par une absence de réflexion.

Ces remarques étant formulées, quelles ont été les sources privilégiées des premiers intellectuels musulmans, et comment leur communication s'est-elle établie ?

Il y a eu trois canaux principaux par l'intermédiaire desquels l'appropriation des connaissances et des savoir-faire s'est opérée. Un premier canal, dont l'histoire a été quelque peu négligée par manque de témoignages explicites, est ce que l'on pourrait appeler l'appropriation sans médiation écrite.

À ce propos, il faut rappeler que les tablettes cunéiformes exhumées au début du XX^e siècle et analysés par Neugebauer, Sachs et Thureau-Dangin, nous autorisent à dire qu'un certain nombre de pratiques scientifiques datant de l'époque séleucide (III^e s. av. J.-C.), et peut-être même de la grande époque babylonienne (1800-1600 av. J.-C.), ont vraisemblablement été transmises de génération en génération, avec parfois des modifications, des ajouts, des améliorations, dus à l'esprit inventif des hommes et à la nécessité de résoudre des problèmes nouveaux. C'est ainsi que, dans le domaine des héritages, des techniques de calcul ont été utilisées durant des siècles dans toute la région. Il a dû en être de même pour l'arpentage et l'architecture, où interviennent

des propriétés et des procédés de construction géométriques établis et testés depuis longtemps sans que leurs utilisateurs aient éprouvé le besoin d'en démontrer, rigoureusement, la validité. Il y a enfin le vaste domaine des transactions commerciales, qui a utilisé, très tôt, des systèmes de numération, des algorithmes et des formules de calcul. Tous ces apports, liés à la vie quotidienne de toute société, n'ont pas attendu la période des traductions pour circuler et opérer dans les nouvelles conditions créées par l'avènement de l'Islam, surtout qu'aucun obstacle linguistique ne venait freiner leur diffusion.

Or, nous savons aujourd'hui, grâce aux études comparatives, que bien avant la découverte des manuscrits scientifiques et philosophiques grecs et sanskrits, une pratique scientifique locale et un savoir-faire technologique étaient observés dans certains secteurs de la vie de tous les jours (ils concernaient la répartition des héritages, l'arpentage, les transactions commerciales, les techniques d'irrigation, la pratique des soins, etc.). Pour prendre l'exemple des héritages, on constate que les pratiques préislamiques utilisaient des procédés arithmétiques, géométriques ou même algébriques antérieurs à la période des traductions et qui avaient été assimilés soit par enseignement soit par initiation directe dans les lieux de travail. Cet ensemble de savoir-faire, que la pratique avait longuement testé et que l'habitude avait pérennisé, ne va pas être balayé, du jour au lendemain, par le nouveau savoir que les traductions vont révéler et que le nouvel enseignement va essayer de populariser. D'ailleurs, et pour nous limiter au domaine des mathématiques, on constate que certains procédés de résolution antérieurs aux traductions étaient tellement familiers aux utilisateurs que des mathématiciens les ont intégrés à leurs manuels, à côté des nouveaux procédés, ou bien leur ont tout simplement consacré des manuels indépendants. On peut en dire autant de la médecine et de la mécanique.

Le deuxième canal de circulation des connaissances est constitué par l'accès direct à des textes anciens. Ce phénomène est surtout attesté au cours de la première phase, celle des débuts de l'expansion de l'Islam, quand des intellectuels

se sont mis à découvrir des éléments de la science des pays conquis. Cela était possible grâce à différents moyens : soit par la maîtrise de la langue dans laquelle étaient écrits certains documents (comme pour le grec et, surtout, le persan), soit par la pratique d'une langue intermédiaire dans laquelle des traductions avaient déjà été faites dans le passé (ce fut le cas pour le syriaque), soit par l'utilisation d'écrits utilisant la matière des sources en question mais sans référence à elles.

Quant au troisième canal, celui des traductions, il a été le moteur essentiel dans la mise en place des éléments constitutifs de la nouvelle pratique scientifique. D'une manière plus précise, nous savons maintenant que les traductions en arabe ont commencé avant le VIII^e siècle et qu'elles ne se sont interrompues que vers le milieu du X^e siècle. Elles ont grandement profité de l'existence d'un certain nombre de foyers scientifiques qui se trouvaient à l'intérieur des territoires contrôlés par le pouvoir musulman, et qui fonctionnaient bien avant l'avènement de ce pouvoir. Les plus connus de ces centres intellectuels étaient Alexandrie (en Égypte), Rās-al-°Ayn (en Syrie), Gundishāpūr (en Perse), Antioche et Édesse (en Asie Mineure).

Jusqu'à l'avènement de l'Islam, la ville d'Alexandrie avait réussi à maintenir une activité intellectuelle, en particulier en médecine et en philosophie. Parmi les savants qui y ont travaillé et enseigné, citons Jean Philopon (première moitié du VI^e s.), qui a commenté les œuvres d'Aristote, et Alexandre de Tralles (525-605), qui a écrit un ouvrage intitulé *Therapeutica*. Au VII^e siècle, Paul d'Égine pratiquait et enseignait la médecine jusqu'à la veille de la conquête de l'Égypte. Il est également célèbre pour ses publications, notamment une *Encyclopédie* en sept livres et le *Livre sur les maladies des femmes*. À la même époque, le prêtre Ahrūn enseignait également la médecine.

Les activités que nous venons d'évoquer ne peuvent se concevoir sans un minimum d'échanges scientifiques, d'enseignement, et sans l'existence de bibliothèques privées plus ou moins spécialisées. Nous sommes sûrs que des bibliothèques existaient encore à Alexandrie à l'arrivée des premiers cavaliers musulmans. Un témoignage qui va dans ce

sens est celui du traducteur Ḥunayn Ibn Ishāq, qui dit y avoir trouvé des manuscrits grecs. Il faut ajouter que, après la conquête de l'Égypte, Alexandrie a continué d'être un foyer scientifique, comme en témoignent les activités de Paul d'Égine et de Stéphane l'Ancien.

Le deuxième foyer scientifique de la région, encore en activité à la veille de la conquête musulmane, était en Perse. Il avait pour pôle Gundishāpūr, citée fondée par le souverain sassanide Khuṣrū Anūsharwān (521-579). En plus de la médecine, d'autres activités scientifiques et philosophiques étaient pratiquées dans la ville. On sait, par exemple, que les Sassanides avaient accueilli, au VI^e et au VII^e siècle, des savants grecs et syriaques chassés par les pouvoirs byzantins de l'époque, qui reprochaient à certains d'entre eux leurs activités philosophiques et à d'autres leur adhésion à un christianisme non officiel. Il semble que cet exode ait été plus important en 529, après la décision de l'empereur Justinien de fermer l'académie d'Athènes. Parmi les scientifiques et les philosophes qui ont rejoint Gundishāpūr, il y aurait eu sept néoplatoniciens dont Simplicius, célèbre commentateur d'Aristote et d'Euclide.

On sait aussi que le mécénat de Khuṣrū ne s'est pas limité à l'accueil de savants persécutés, puisqu'il y eut aussi, de la part de ce grand roi, une volonté de développer une tradition scientifique persane. Dans ce but, il aurait fortement encouragé la traduction, en pehlvi, d'ouvrages grecs et sanskrits. Il aurait même, si l'on en croit certains témoignages, envoyé en Inde son propre médecin pour rapporter des manuscrits ou pour les copier. Quel que soit le degré d'authenticité de ces témoignages, en particulier ceux concernant le rôle de Gundishāpūr, une chose est sûre : la Perse a bien contribué à l'avènement de ce qu'on appelle communément la science arabe, soit comme foyer relativement actif aux VII^e et VIII^e siècles, soit comme relais pour les courants de pensée et pour certains ouvrages provenant de l'Empire byzantin et de l'Inde.

Un troisième centre scientifique a joué un rôle important dans la préservation de la science et de la philosophie et dans leur transmission, même si cette transmission a été indirecte

puisque le centre n'existait plus au VII^e siècle. Il s'agit de la ville d'Édesse, dont les activités d'enseignement et de traduction ont commencé dès le III^e siècle et se sont poursuivies jusqu'à la fin du V^e. En 489, son école est fermée sur ordre de l'empereur Zénon (475-491), à cause des tendances nestoriques de ses membres. Ses activités philosophiques et théologiques se sont alors déplacées à Nisibe, où elles se sont poursuivies jusqu'au VII^e siècle. À cette école se rattachent, directement ou indirectement, des centres qui ont accueilli, à un moment ou à un autre, des savants prestigieux. C'est le cas de certaines villes (Antioche, Ḥarrān, Rās al-'Ayn), ou de monastères et de cloîtres (comme celui de Kenesrin).

Les informations qui nous sont parvenues au sujet des savants ayant travaillé à Édesse, à Nisibe ou dans les villes et monastères avoisinants nous permettent de parler d'une véritable tradition, avec une filiation de maîtres à élèves, une spécificité linguistique (l'utilisation du syriaque), et une continuité dans l'étude de certaines disciplines, comme la théologie, la philosophie, la logique et la grammaire. Ces mêmes informations ne contiennent pas d'éléments permettant de dire que l'exercice des mathématiques et de l'astronomie était très poussé dans les foyers en question.

Parmi les figures représentatives de cette longue activité, il y a d'abord Probus (VI^e s.), l'un des premiers traducteurs d'œuvres philosophiques du grec au syriaque. Au VII^e siècle, citons Sévère Sebokht (m. 667), qui est originaire de Nisibe et a vécu dans le cloître de Kenesrin. Il a traduit et commenté les *Analytiques* d'Aristote, mais il s'est occupé également de sciences exactes puisqu'il a rédigé un traité sur l'astrolabe et d'autres ouvrages sur l'astronomie et la géographie. C'est enfin le premier, à notre connaissance, qui aurait eu quelques acquis sur le contenu de la tradition scientifique indienne, puisqu'il en aurait étudié des éléments de géométrie et, surtout, le système décimal positionnel. Sévère Sebokht a eu un certain nombre d'élèves, comme Jacques d'Édesse, qui a traduit des traités médicaux de Galien et *Les Catégories* d'Aristote, et qui était également spécialiste de grammaire. On peut encore signaler Athanase (m. 686), qui a étudié à Kenesrin et a traduit, entre autres, l'*Isagoge* de

Porphyre. Son travail a été poursuivi par ses élèves, dont le plus connu est Georges des Arabes, devenu évêque de Kūfa. Ce dernier a traduit l'*Organon* et *Les Catégories* d'Aristote.

À ces savants, qui constituent une véritable école, il faudrait en ajouter d'autres qui, même s'ils n'ont pas eu de liens directs avec les premiers, ont inscrit leurs activités dans la tradition syriaque. C'est le cas de Sergius de Rās al-°Ayn, qui traduisit en syriaque *La Logique* d'Aristote, douze ouvrages d'Hippocrate et vingt-cinq de Galien.

Comme on le voit, l'un des aspects essentiels de cette école, au-delà de la diversité de ses préoccupations, a été son activité de traduction, qui fera du syriaque un vecteur incontournable au moment où commenceront les traductions en arabe. Un autre aspect, qu'il est utile de souligner pour comprendre les orientations ultérieures des activités intellectuelles en pays d'Islam, est relatif au contenu de ces traductions. On constate en effet qu'elles concernent essentiellement deux domaines, la médecine et la philosophie. La médecine sera évoquée plus loin, mais pour ce qui est de la philosophie, il faut remarquer que seule une partie du corpus philosophique grec semble avoir bénéficié de traductions puisque les sources biobibliographiques ne mentionnent que les ouvrages d'Aristote. Quant aux sciences exactes, nous avons trouvé peu de témoignages à leur sujet, même si l'utilisation d'ouvrages astronomiques et mathématiques dans les foyers intellectuels syriaques est implicitement confirmée par le témoignage de Sévère Sebokht et par des fragments de manuscrits qui nous sont parvenus.

Quelles ont été les premières initiatives de traductions ?

Les premières traductions (qui ne concernaient pas encore les sciences exactes) semblent avoir été réalisées à la fin du VII^e siècle et au tout début du VIII^e, à l'initiative de quelques rares personnes passionnées par tel ou tel domaine et ayant les moyens de financer des travaux de ce type. Parmi ces premiers mécènes, il y a le fameux prince omeyyade Khālid Ibn Yazid. Il est peut-être le premier à avoir fait une commande conséquente de traductions de textes d'alchimie et d'astro-

logie. Il aurait même fait venir spécialement d'Alexandrie le prêtre Ahrūn, un lettré grec de l'époque, pour lui faire traduire des ouvrages d'astrologie. Les initiatives de ce prince étaient peut-être en avance sur son temps, donc isolées, mais elles ont fait des émules (encore ignorés) et ont permis de garnir les rayons des premières bibliothèques dont l'existence est mentionnée dès cette époque.

Il faut signaler que, durant cette même période, la médecine a connu une réactivation déterminante ; mais celle-ci n'a nullement favorisé la traduction d'ouvrages grecs pour la bonne raison, nous l'avons vu, que les plus importants d'entre eux étaient déjà accessibles en syriaque.

Avec l'avènement du califat abbasside, c'est-à-dire à partir de 750, le phénomène de traduction va se poursuivre, se diversifier et impliquer l'État, en particulier grâce aux initiatives et au mécénat de trois califes : al-Manṣūr, ar-Rashīd et al-Ma'mūn. Outre les ouvrages de médecine qu'il aurait fait traduire par Jurjus Ibn Jibrīl et par al-Baṭrīq, al-Manṣūr aurait financé la traduction, par Ibn al-Muqaffa^c, de trois des livres de *La Logique* d'Aristote, de l'*Isagoge* de Porphyre et, par Muḥammad al-Fazārī, du *Sindhind*, fameux ouvrage astronomique indien.

Premiers livres scientifiques

À quel moment sont apparus les premiers ouvrages scientifiques écrits en arabe ?

Il semble que cela ait eu lieu parallèlement aux traductions. D'une manière plus précise, il y eut d'abord, et bien avant le phénomène des traductions, des travaux concernant des disciplines littéraires, comme la linguistique, la lexicographie, la grammaire et la poésie, ou religieuses, comme l'exégèse du Coran et l'authentification du contenu du Ḥadīth. Mais les premiers écrits scientifiques n'ont pas tardé à paraître.

Si l'on fait abstraction du cas très particulier et isolé du prince omeyyade Khālid Ibn Yazīd, les premiers ouvrages

scientifiques écrits en arabe ont été publiés dans la seconde moitié du VIII^e siècle, et ils ont concerné la chimie et l'astronomie. En chimie, les premiers livres en arabe ont été écrits à l'époque d'al-Manṣūr. C'est également sous l'impulsion de ce calife que Muḥammad al-Fazārī a rédigé son ouvrage d'astronomie, intitulé *as-Sindhind al-kabīr* [Le Grand Sindhind], à partir de la traduction qu'il avait faite du livre indien offert à al-Manṣūr. À la même époque, Māshā'allāh a commencé à publier des ouvrages d'astrologie utilisant des techniques astronomiques, ce qui suppose déjà une certaine maîtrise des outils classiques de cette spécialité. Mais nous ne savons rien sur la formation de cet astrologue célèbre, ni d'ailleurs sur celle d'al-Fazārī, et nous n'avons aucune information sur les premières institutions d'enseignement en arabe, en particulier sur les premiers enseignements scientifiques.

Qui étaient les traducteurs ? Comment travaillaient-ils ?

Quantitativement, on estime à près d'une centaine le nombre de traducteurs répertoriés par les biobibliographes durant les deux siècles qui nous intéressent ici. Ibn an-Nadīm cite les noms de quarante-cinq d'entre eux qui ont traduit du grec ou du syriaque. Il donne également les noms de seize traducteurs du persan, de deux traducteurs du sanskrit et d'un seul qui aurait traduit à partir du nabatéen. D'autres biographes citent d'autres noms ou bien évoquent des traductions d'ouvrages sans préciser les noms de leurs auteurs. C'est le cas d'Ibn Juljul (m. après 994), qui signale, pour l'Espagne musulmane, quelques traductions du latin à l'arabe. Il s'agit des *Aphorismes* d'Hippocrate, traduits à l'époque de °Abd ar-Raḥmān II (826-852), du *Livre des plantes* de Dioscoride et de la *Chronologie* de Paul Orose, tous deux traduits pour le calife °Abd ar-Raḥmān III (912-961).

Qualitativement, les traductions aux IX^e et X^e siècles se rattachent à plusieurs traditions bien distinctes : grecque, persane, indienne, syriaque, et même babylonienne pour certains écrits astrologiques et agronomiques. On y constate des différences quant à la technique des traductions et à la qualité de leurs

résultats. Pour prendre l'exemple des mathématiques et de l'astronomie, les premières traductions n'ont pas été jugées satisfaisantes par les spécialistes de chacune des disciplines concernées. An-Nayrīzī (X^e s.) nous dit, dans son commentaire des *Éléments* d'Euclide, à propos des traductions de cet ouvrage par al-Ḥajjāj, que ce dernier a dû en réaliser une deuxième traduction et « a abandonné la première version, telle quelle, aux gens du commun ». Quelques décennies plus tard, cette deuxième traduction sera elle-même jugée insuffisante puisque Ishāq Ibn Ḥunayn (m. 910) éprouvera le besoin d'en réaliser une troisième, qui sera révisée par le mathématicien Thābit Ibn Qurra.

Un autre exemple significatif nous est fourni par l'*Almageste* de Ptolémée. Ibn an-Nadīm nous dit que cet important ouvrage, qui a servi de fondement à l'astronomie en pays d'Islam, a bénéficié, probablement dès la seconde moitié du VIII^e siècle, d'une première traduction ; jugée non satisfaisante, elle fut très vite remplacée par une deuxième. Cette traduction sera elle-même révisée, une première fois par Abū l-Ḥasan et Salm, le directeur de la Maison de la sagesse de Bagdad, et une seconde fois par Thābit Ibn Qurra. Une troisième traduction sera réalisée par al-Ḥajjāj Ibn Maṭar (m. 830), puis une quatrième par Ishāq Ibn Ḥunayn.

Ces traductions successives s'expliquent d'abord par le progrès enregistré dans les activités scientifiques, qui va entraîner un enrichissement de la langue arabe et, par voie de conséquence, une plus grande exigence quant à la fidélité au contenu des sources traduites. Une autre raison peut expliquer la multiplication ou l'amélioration des traductions, à savoir la découverte de nouveaux manuscrits. Pour les mathématiques, on peut citer le cas de Nazīf al-Mutaṭabbib, qui avait projeté de retraduire le livre X des *Éléments* à partir d'une version grecque contenant cent quarante-neuf propositions (alors que les traductions antérieures n'en contenaient que cent cinq dans la seconde version d'al-Ḥajjāj, et cent neuf dans celle d'Ishāq-Thābit).

Héritages orientaux

Connaissant l'existence de traditions scientifiques préislamiques (chinoise, indienne, babylonienne, égyptienne et grecque), les historiens se sont demandé si elles avaient toutes alimenté la science arabe et quels en avaient été concrètement les emprunts. Est-ce que ces sources ont été accessibles aux VII^e et VIII^e siècles ?

Examinons la question des emprunts à la Chine, qui sont souvent évoqués. De multiples hypothèses ont été avancées au sujet d'une éventuelle circulation d'inventions technologiques, de procédés de calcul, etc. Mais, en dehors de rares témoignages d'historiens arabes sur des questions précises, les preuves pour confirmer ces hypothèses n'existent pas ou sont souvent fragiles. Pour prendre l'exemple des mathématiques, nous n'avons aucune information fiable concernant les apports chinois éventuels à la science du calcul, à l'algèbre ou à l'astronomie. Ce qui n'a pas empêché la diffusion d'informations ou de simples interprétations, parfois fantaisistes, sur la circulation de tel ou tel procédé.

C'est le cas, ainsi, pour la « méthode de fausse position ». C'est un procédé de calcul permettant de trouver l'inconnue dans un problème lorsque les relations entre cette inconnue et les données sont « linéaires ». Nous savons depuis longtemps que ce procédé a été utilisé en Chine, en Inde et en pays d'Islam avant d'arriver en Europe (par l'intermédiaire des traductions de manuels de calcul arabes). Les mathématiciens européens du Moyen Âge ont appelé ce procédé « règle d'*alcatayn* ». Plus tard, un calculateur ou un auteur de manuel ayant probablement trouvé que le mot *alcatayn* avait une consonance chinoise a alors baptisé la méthode « règle chinoise ». En fait, *alcatayn* est un mot arabe légèrement déformé. C'est la forme « duelle » du mot *khaṭa'* qui signifie « erreur ». Les mathématiciens d'Orient parlaient en effet de *Ṭarīqat al-khaṭa'ayn* [la méthode des deux erreurs] (ceux du Maghreb préférant l'expression *Ṭarīqat al-kaffāt* [méthode des deux plateaux]).

Pour revenir à votre question, il faut préciser que les Arabes parlent de la civilisation chinoise avec respect. Des biobibliographes importants, comme Ibn an-Nadīm au X^e siècle et Šā'id al-Andalusī au XI^e, évoquent le peuple chinois, mais ce qu'ils en disent montre qu'ils n'étaient pas informés dans le détail de tous les aspects des activités scientifiques de la Chine et de leur richesse. Prenons par exemple le passage où Šā'id parle des Chinois. Après les avoir classés, avec les Turcs, dans la catégorie des peuples qui « ne se sont pas occupés de science », il précise toutefois qu'ils « ont perfectionné les arts appliqués »². Mais il ne dit rien sur leur apport aux mathématiques et à l'astronomie arabes alors que, dans le même livre, il cite explicitement les sources indiennes et grecques qui ont nourri ces deux disciplines.

Les techniques du papier paraissent être d'origine chinoise et elles ont beaucoup apporté à la circulation de la culture.

Leur importance est en effet indéniable. Quant à l'antériorité de la Chine dans ce domaine, elle est affirmée par les historiens arabes eux-mêmes. Cela étant, en dehors de ces affirmations qui sont reprises d'un auteur à l'autre, nous n'avons pas vraiment d'informations précises sur le contexte et sur les conditions de ce transfert technologique. Il faudrait, pour clarifier ce point, étudier les techniques chinoises de fabrication du papier, les matériaux utilisés, etc., puis les comparer à celles qui sont apparues dans l'Empire musulman à partir de la fin du VIII^e siècle. Il serait également nécessaire de préciser les conditions dans lesquelles ont été construites les premières fabriques de papier, d'abord à Samarcande puis à Bagdad, et les conséquences sur une forme de spécialisation de l'agriculture dans certaines régions de l'empire. Ce sont des recherches qui, à ma connaissance, n'ont pas encore été approfondies, probable-

2. Šā'id al-Andalusī, *Kitāb Ṭabaqāt al-umam* [Livres des catégories des nations], p. 40.

ment à cause de la rareté des matériaux et du caractère pluridisciplinaire de la question.

Est-il possible d'être plus clair à propos de l'aimant et de la boussole ?

Non, pas vraiment. À ce propos, le transfert n'est nullement établi et, d'une manière générale, pour ce qui est de l'Empire musulman, les informations sur l'utilisation de l'aimant et de la boussole sont rares ; et quand elles existent, elles concernent la période postérieure au XII^e siècle.

Thalès connaissait la « pierre d'aimant », au VII^e siècle av. J.-C. et, selon Plutarque, les Égyptiens anciens la connaissaient également. La première étude expérimentale que l'on connaisse sur le magnétisme et la boussole est une lettre de Pierre de Maricourt, écrite en 1269. On aurait pu penser que la boussole était passée de Chine aux navigateurs arabes, puis en Europe. L'utilisation occidentale précéderait donc celle de l'Empire musulman ?

Ce que l'on sait à l'heure actuelle, grâce aux documents qui ont déjà été étudiés, c'est que des marins chinois la possédaient vers l'an 1000 et des marins européens vers 1200. Quant aux musulmans, les premiers textes arabes connus qui traitent de la boussole sont du XIII^e siècle. Mais nous n'avons aucune indication fiable sur le mode de transfert de cet objet, si transfert il y a eu, entre l'Extrême-Orient, l'Europe et l'Empire musulman. L'antériorité chronologique de la Chine rendrait en effet vraisemblable son emprunt par les Européens. Mais il n'y a aucune certitude historique à ce propos ni, pour l'instant, aucune indication sur une possible utilisation de la boussole par les marins arabes avant le XIII^e siècle. L'apparition précoce d'une innovation dans une première civilisation, et plus tard dans une seconde, n'autorise pas – sauf document le prouvant – à prétendre que la seconde l'a empruntée à la première. L'hypothèse est plausible, mais il en est d'autres qui sont tout aussi vraisemblables. C'est du moins ce qu'enseigne l'histoire des sciences...

Il est vrai que l'on connaît des exemples de découvertes simultanées, voire conjointes, sans relation évidente de causalité entre elles.

Il arrive aussi qu'une trouvaille surgisse à une certaine date dans une civilisation donnée et réapparaisse, bien plus tard, dans le cadre d'une autre société, et cela sans qu'il ait existé de connexion entre les deux événements. Prenons un exemple dans le domaine des mathématiques. On sait, depuis quelques années seulement, que certains résultats d'analyse combinatoire étaient déjà utilisés à Marrakech à la fin du XII^e siècle. Or, on retrouve ces mêmes résultats, avec les mêmes démarches et sous une forme identique, au XVII^e siècle en France. Pourtant, il ne peut pas s'agir d'une transmission et d'un plagiat. Ce sont plutôt deux phénomènes successifs à deux stades différents de leur développement : les résultats du mathématicien de Marrakech Ibn Mun'im (m. 1228), sont, au XIII^e siècle, l'aboutissement d'une longue tradition qui semble s'achever en un dernier feu d'artifice, alors que les résultats de Mersenne (m. 1648), au XVII^e siècle, marquent le début, foisonnant, tâtonnant et un peu brouillon, d'une tradition naissante et pleine de promesses. Ce qui explique d'ailleurs pourquoi les démarches de Mersenne contiennent certaines maladresses et certaines lourdeurs que l'on ne trouve pas dans le texte arabe du XIII^e siècle. Il est évident que si Mersenne avait eu connaissance de ce texte, il aurait très vite assimilé son contenu et aurait écrit ses ouvrages de combinatoire différemment. Je suis même convaincu qu'il n'aurait jamais écrit certains d'entre eux, par exemple son ouvrage de 674 pages intitulé *Table de tous les chants qui se peuvent faire de 8 notes (octave) par la combinaison ordinaire à savoir 40320*³. Cet ouvrage devient inutile à partir du moment où on a établi une formule arithmétique.

3. Ms. Paris, BN, fonds français, n° 24256. Cité par E. Coumet : *Mersenne, Frénicle et l'élaboration de l'analyse combinatoire dans la première moitié du XVII^e siècle*, thèse de doctorat de 3^e cycle, Paris, 1968.

Une innovation peut être conçue dans un certain contexte scientifique et culturel, pour répondre à des problèmes précis, puis réapparaître à une autre époque et dans un autre lieu, sans qu'il existe entre les deux faits de lien attesté. Dans des conditions techniques et conceptuelles similaires, un autre auteur arrive à la même découverte en repartant de zéro, parce que les deux civilisations ont été tout à fait étanches sur ce sujet.

Je ne sais pas si cela s'est passé ainsi pour la boussole, mais c'est possible. Toujours est-il que nous n'avons aucun indice nous permettant d'affirmer que les Arabes l'ont empruntée aux Chinois. Elle a pu être transmise directement de Chine en Europe et, pourquoi pas, ensuite aux pays d'Islam ou le contraire. Nous n'en savons rien et, contrairement au papier, aucun historien arabe connu ne mentionne la boussole parmi les héritages empruntés aux Chinois ou aux Européens.

A-t-on quelques indications sur l'assimilation par les Arabes des traditions scientifiques non grecques, antérieures à la période médiévale, notamment celles de l'Égypte pharaonique et celles de Mésopotamie (tradition sumérienne, babylonienne, etc.) ?

L'héritage égyptien pose un problème. D'abord, ce qui nous en est parvenu, et donc ce que nous en connaissons réellement, ne semble représenter qu'une infime partie de la production scientifique de cette grande civilisation. À titre d'exemple, il faut rappeler que nous ne disposons, à l'heure actuelle, que de douze textes témoignant de l'activité mathématique en Égypte pour la période antérieure à l'avènement de la science grecque. En ce qui concerne les Arabes et ce qu'ils ont pu connaître de ce patrimoine scientifique, les bibliographes musulmans qui ont évoqué l'apport d'autres civilisations sont silencieux sur ce sujet, et aucune autre source n'en parle. Il est cependant possible que la longue et riche tradition scientifique égyptienne ait imprégné quelques pratiques locales, en particulier dans les domaines du calcul transactionnel, des procédés de mesurage et de l'architecture. Néanmoins, il s'agit de ces courants invisibles qui par-

Le quantième égyptien

À l'exception de la fraction $2/3$, les calculateurs égyptiens ne manipulaient, dans leurs calculs, que des fractions dont le numérateur est 1 et que l'on appelle les quantième. Ce qui les a amenés, pour pouvoir faire leurs calculs, à inventer des procédés de décomposition d'une fraction quelconque (quand cela est possible) en somme de quantième.

ticipent à la vie d'une activité mais dont on ne peut pas encore écrire l'histoire. Par exemple, il est tout à fait raisonnable de penser que le concept de quantième et le procédé de multiplication par duplication (c'est-à-dire n'utilisant que des multiplications par 2), qui sont deux apports égyptiens indiscutables, sont parvenus aux calculateurs arabes ou du moins à certains d'entre eux.

Ne serait-ce que par l'intermédiaire de la science grecque et, en particulier, de celle de l'école d'Alexandrie...

Oui, probablement. Les historiens grecs, notamment Hérodote, rapportent que Thalès et Pythagore seraient allés apprendre en Égypte. Que les auteurs arabes ne mentionnent rien à propos d'une éventuelle circulation du savoir scientifique égyptien et babylonien peut avoir plusieurs significations. Cela peut vouloir dire tout simplement qu'ils n'ont pas d'informations, qu'il y ait eu ou non circulation; ou encore que ce qu'ils en savent ne leur paraît pas suffisamment important pour qu'ils le mentionnent. Les historiens des pays d'Islam n'avaient en effet aucune animosité à l'égard des Chinois, des Égyptiens ou des Babyloniens. Comme nous l'avons déjà dit, ils évoquent spontanément tout ce que la science arabe doit aux Indiens et aux Grecs. Nous pouvons donc raisonnablement penser que, s'ils ne parlent pas des autres peuples, ce n'est pas pour passer sous silence leurs apports éventuels et se les attribuer, mais tout simplement parce qu'aucune information à leur propos ne leur est parvenue.

Le produit par duplication des Égyptiens

La multiplication de deux nombres quelconques peut se faire, sans retenue, en les décomposant en sommes de puissances de 2. Voici comment procédaient les scribes pour faire le produit de 5 par 12 :

1	12
2	24
4	48

Comme $5 = 2 \times 2 + 1$, le scribe coche les chiffres de gauche dont la somme donne 5. Il ne retient alors de ses duplications que celles qui sont en vis-à-vis de 1 et de 4. D'où : $5 \times 12 = 12 + 48 = 60$.

On peut aussi envisager une autre hypothèse concernant les civilisations anciennes du Moyen-Orient antérieures à l'Islam. Leur héritage fait partie du « fond commun » qui entre naturellement dans la culture et le savoir-faire des populations de ces régions. Or les historiens, les chroniqueurs et les biobibliographes du Moyen Âge ne traitent généralement pas des pratiques ordinaires. Les spécialistes de sociologie et d'ethnologie, si. Mais ces disciplines n'existaient pas à l'époque, même si l'on peut en repérer des prémices chez tel ou tel auteur. Par exemple, un historien de ce temps n'aurait pas eu l'idée de rechercher, dans les manières de répartir les héritages, de calculer des impôts ou de réaliser des arpentages, les traces d'apports des Babyloniens ou des Égyptiens de la civilisation pharaonique. Pour lui, elles faisaient partie des techniques qu'il voyait pratiquer depuis son enfance. Elles étaient, somme toute, un élément de son « environnement culturel ».

Ils connaissaient sans doute très peu ces civilisations anciennes, sinon par quelques traditions orales ayant souvent une forme semi-légitime.

Je le pense aussi. Évidemment, comparés aux outils de cette époque, ceux d'un historien en ce début de III^e millénaire sont infiniment plus performants. Mais l'historien continue de se heurter aux mêmes obstacles liés à l'absence ou à la rareté de l'information. Prenons l'exemple des recherches, relativement récentes, sur le patrimoine scientifique babylonien et, plus généralement, mésopotamien. Alors que l'Égypte ancienne ne nous a guère légué qu'une poignée de documents mathématiques exploitables, ceux de l'époque babylonienne se comptent par centaines, depuis que l'on a découvert, au début du XX^e siècle, de véritables bibliothèques constituées de tablettes cunéiformes. Lorsque les spécialistes ont pu déchiffrer le contenu de certaines d'entre elles, on s'est aperçu que des liens importants ont existé entre les pratiques mathématiques babyloniennes et celles des Arabes aux VIII^e et IX^e siècles. C'est là une illustration éclairante de la réalité d'un héritage presque passif transmis, non par les structures d'enseignement au sens habituel de l'expression, mais par les réseaux constitués des différents métiers de l'époque.

... par les pratiques de la vie sociale de tous les jours...

Oui, par les arpenteurs, les comptables, les juristes, les marchands...

Que sait-on des héritages dans d'autres domaines que ceux des mathématiques, en médecine par exemple ?

Le corpus médical préislamique non grec était relativement abondant. La connaissance de certaines maladies et d'une pharmacopée substantielle, la maîtrise de certains actes médicaux, faisaient partie de cette médecine « populaire » que nous avons déjà évoquée, qui était pratiquée avant l'avènement de l'Islam et qui s'est perpétuée ensuite. On trouve parfois des traces de ces connaissances chez les poètes arabes préislamiques, comme le célèbre °Anṭar, qui dit, dans un de ses poèmes fameux : « Dès qu'il a tâté ton poulx et ton bras, le médecin te dit : "J'ai ton médicament". »

Cela dit, il reste beaucoup de champs d'étude qui peuvent révéler des apports encore inconnus, surtout que la science actuelle fournit de plus en plus de techniques d'investigations nouvelles et extrêmement performantes. On sait, grâce à des analyses chimiques de produits cosmétiques égyptiens, que les fabricants de produits de beauté de l'époque pharaonique savaient réaliser des synthèses chimiques assez sophistiquées. On peut penser que des savoirs analogues existaient dans d'autres domaines, comme la pharmacopée et l'agronomie.

Les apports de l'Occident musulman

Vous avez déjà évoqué les traductions en arabe effectuées en Espagne à partir d'ouvrages latins. Ces traductions ont-elles circulé dans le reste de l'Empire musulman ? Connaît-on également des circulations ultérieures d'ouvrages arabes, cette fois de la partie occidentale de cet empire vers sa partie orientale ?

Il est possible que les traductions des ouvrages latins soient parvenues en Orient. Mais les biobibliographes n'en disent rien. Dans ce cas, l'expérience montre que c'est l'analyse des textes scientifiques eux-mêmes qui pourrait éventuellement répondre à la question.

Pour ce qui est de la production scientifique arabe d'Espagne et du Maghreb et de sa circulation vers l'Orient, nous avons des témoignages précis de transferts d'idées, de techniques, d'instruments, d'ouvrages scientifiques. Un premier phénomène connu a été la circulation d'ouvrages, à partir du XI^e siècle, d'al-Andalus vers le Maghreb. Cela correspond à une époque où le Maghreb a, en quelque sorte, pris le relais, compte tenu des changements internes et régionaux survenus dans la péninsule Ibérique. Ainsi, la chute de Tolède en 1085 a ouvert la voie au processus de reconquête chrétienne de la partie musulmane de l'Espagne. Néanmoins cette reconquête va mettre du temps puisque son dernier épisode a été la chute de Grenade en 1492. Durant ces quatre

siècles, on a observé, à différentes époques, un phénomène d'émigration vers le Maghreb. C'est ainsi qu'un certain nombre de savants ont préféré s'installer à Ceuta, à Bougie, à Tlemcen, à Tunis, à Fès ou à Marrakech.

Mais, indépendamment de la *Reconquista*, il y a toujours eu des va-et-vient de voyageurs, de professeurs, d'étudiants, de marchands, entre toutes les régions de l'Empire musulman. À ces différentes occasions, des textes scientifiques ont bien évidemment circulé, dans les deux sens, de l'Andalus vers le Maghreb mais aussi de l'Andalus et du Maghreb vers l'Orient, et en particulier vers l'Égypte. Les événements politiques au Maghreb ont également favorisé ces échanges. C'est ce qui s'est passé au X^e siècle, avec l'avènement de la dynastie fatimide. Soutenus par des forces maghrébines, et propageant une idéologie contestataire, les Fatimides vont fonder un État en Ifriqiya mais avec l'unique but de conquérir le califat. Toutes leurs actions furent déterminées par ce but, qu'ils n'atteindront pas complètement puisqu'ils réussirent à fonder un califat en Égypte, mais ils n'iront pas plus loin. Après la conquête de l'Égypte, c'est toute une population qui a quitté le Maghreb : armée, fonctionnaires, scientifiques, poètes, avec des milliers d'ouvrages de toute sorte, en particulier des œuvres produites en Andalus et au Maghreb, et dont le contenu s'est nécessairement diffusé en Orient.

Mais, en dehors de ces événements exceptionnels, ce sont surtout les initiatives individuelles de gens concernés par telle ou telle discipline qui ont permis la circulation des écrits scientifiques d'un foyer vers un autre : des mécènes ou des scientifiques qui commandent des copies d'ouvrages devenus célèbres, des scientifiques qui se déplacent avec leurs bibliothèques, etc.

Les échanges entre les communautés juives ont-elles eu des effets similaires ?

Les communautés juives ont beaucoup contribué à faire circuler des ouvrages scientifiques et philosophiques à l'intérieur même de l'Empire musulman. Depuis le IX^e siècle au