

Traduire les mathématiques en *Andalus* au XII^e siècle

Marc Moyon

Maître de Conférences, Université de Limoges

Quand et comment la numération indo-arabe est-elle arrivée en Europe ? Algèbre, algorithme, chiffre sont-ils vraiment des mots d'origine arabe, et pourquoi ? À partir de quand résout-on des problèmes par l'algèbre en Europe ? Ce sont des questions que tout un chacun s'est posées un jour... au moins au fond de la classe ! Nous ne pouvons pas toujours revenir aux sources (voire aux origines) pour mieux comprendre le monde qui nous entoure, mais il existe un domaine où cela est possible : les mathématiques. Laissons-nous donc transporter dans l'Espagne médiévale...

Al-Andalus : un trait d'union entre l'Orient et l'Occident

Al-Andalus, qui donnera le nom de la province actuelle espagnole de l'Andalousie, correspond au vaste territoire de la péninsule ibérique qui passe sous la domination musulmane dès 711. En effet, cette année-là, les troupes berbères de Ṭāriq ibn Ziyād avec le renfort de contingents arabes franchissent le détroit qui portera son nom : Gibraltar (Jabal Ṭāriq). Ainsi, d'importantes villes comme Cordoue, Grenade, Malaga et même Tolède intègrent les pays d'Islam où la langue arabe, langue du livre sacré – *le Coran* –, domine l'écriture de la science.



Routes suivies
par les conquérants
musulmans entre
711 et 721.

Ce vaste territoire dont les frontières sont instables est pluriel. En *Andalus*, cohabitent pendant plusieurs siècles des musulmans, des chrétiens, des juifs, dont les liens s'entremêlent par les importantes migrations humaines, les nombreuses conversions, les mariages et autres échanges commerciaux et scientifiques de toutes sortes. Même si, dès le X^e siècle, la langue arabe est la langue commune des Andalouisiens (habitant d'*al-andalus*), chaque communauté continue de pratiquer sa langue, et en particulier le latin ou l'hébreu.

À Tolède...

C'est dans ce cadre que Tolède, ville du centre de la péninsule ibérique, va se développer au cours du temps comme un centre culturel et scientifique de haut niveau, avec de grandes bibliothèques conservant une abondance de documents témoignant de l'érudition des pays d'Islam et avec une tradition savante qui résulte de la coopération entre musulmans, chrétiens et juifs. Plusieurs décennies après la reconquête de Tolède par les chrétiens castillans (1085), la langue arabe domine toujours dans le quotidien comme langue de communication. Ainsi, la ville offre un climat favorable à l'appropriation par l'Europe latine des savoirs et des pratiques des pays d'Islam. Une des principales conséquences fut le vaste mouvement de traductions du XII^e siècle à partir de l'arabe vers le latin, vers l'hébreu puis vers certaines langues vernaculaires du sud de l'Europe. De nombreux érudits de toute l'Europe vont se rendre à Tolède pour traduire les savoirs des pays d'Islam comme la philosophie, la médecine, l'astronomie, l'optique ou encore les mathématiques.

La ville de Tolède garde encore aujourd'hui des traces architecturales de sa domination musulmane.

Cette représentation datant du XVI^e siècle de l'Alcazar de Tolède, forteresse construite par Alphonse VI, roi de Castille, qui reprend la ville aux musulmans, montre l'inspiration arabe.

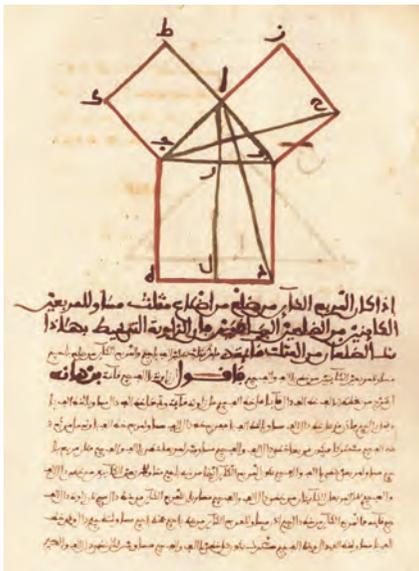


© J.-L. Charmet

De l'arabe au latin : les mathématiques

Le corpus mathématique que s'approprient les locuteurs latins et les communautés hébraïques au cours du XII^e siècle est incroyablement riche. Il s'agit en fait de la récupération partielle du savoir grec, augmenté par une partie de ce que les hommes de sciences des pays d'Islam ont produit depuis le Bagdad du IX^e siècle.

Pour se faire une idée de l'ampleur des travaux, il suffirait d'étudier la liste des traductions réalisées par Gérard de Crémone (mort en 1187) qui nous est parvenue grâce à l'éloge que ses étudiants ont rédigé à sa mort. On y dénombre pas moins de soixante et onze textes parmi lesquels, pour les mathématiques, *les Éléments* et *les Données* d'Euclide, *De la mesure du cercle* d'Archimède, *l'Almageste* de Ptolémée, *le commentaire aux Éléments* d'an-Nayrizī, *le Livre de géométrie* des frères Banū Mūsā, *l'Algèbre* d'al-Khwārizmī. La charge incombe ensuite aux copistes de les reproduire pour en assurer la pérennité et la circulation dans toute l'Europe.



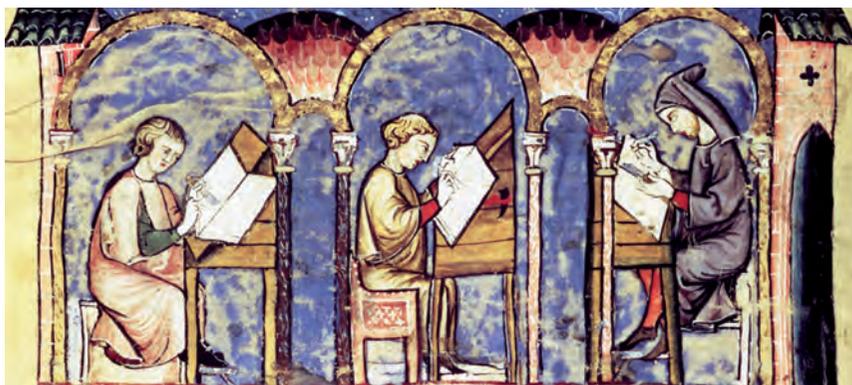
Manuscrit arabe des *Éléments* d'Euclide présentant le théorème de Pythagore.

Source : Rabat, ms. Hasaniyya 53



Édition latine des *Éléments* d'Euclide réalisée par Radolt (1482) à partir de la version arabo-latine de Campanus de Novare (XIII^e siècle).

Source : <http://www.euclides.org/>



Atelier de copistes en Espagne.

Source : Madrid, Biblioteca de San Lorenzo de El Escorial, XIV^e siècle

Même si c'est sans doute le traducteur le plus prolifique, Gérard de Crémone est loin d'être le seul érudit latin à se rendre en *Andalus* pour transmettre la science des pays d'Islam au nord des Pyrénées. Citons, par exemple, Adélarde de Bath, Robert de Chester, Hermann de Carinthie ou encore Platon de Tivoli. Ces quelques noms suffisent à montrer les diverses origines de ces traducteurs.

Certains textes, parmi les plus importants, sont traduits plusieurs fois par des personnes différentes. C'est évidemment le cas des *Éléments* d'Euclide ou encore de *l'Algèbre* d'al-Khwārizmī. D'autres ne sont traduits qu'une seule fois mais cela suffit pour leur assurer une éternelle survie même dans le cas où l'original arabe reste perdu encore aujourd'hui. C'est le cas du *Kitāb fī l-ḥisāb al-hindī* [Livre sur le calcul indien], rédigé au IX^e siècle à Bagdad, dans lequel al-Khwārizmī décrit pour la première fois dans la littérature arabe la numération décimale positionnelle avec neuf nouveaux symboles et le zéro : ce sont les chiffres indo-arabes.

Plusieurs copies des versions latines de ce texte nous sont parvenues et nous permettent d'appréhender le contenu original. La graphie des chiffres diffère d'une copie à une autre et elle ne se stabilisera que très tardivement (vers le XVI^e siècle) pour devenir ce que nous connaissons.

Chiffres des copies latines
(manuscrit du XII^e siècle)
du *Livre sur le calcul indien*
d'al-Khwārizmī.

Source : Ch. Burnett

9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
9	8	7	6	4	2	1	7	1	0
9	8	9	6	4	9	3	7	1	0
9	8	9	6	4	9	3	7	1	0

L'Algèbre d'al-Khwārizmī (m. 850)

Le *Kitāb al-mukhtaṣar fī ḥisāb al-jabr wa'l-muqābala* [Livre abrégé sur le calcul par la restauration et la comparaison], rédigé à Bagdad entre 813 et 833, est un des ouvrages les plus importants de l'histoire des mathématiques. En effet, il est considéré comme l'acte de naissance officiel de l'algèbre des équations. Le mathématicien et astronome Muḥammad ibn Mūsā al-Khwārizmī y donne une classification des six équations de degré inférieur ou égal à deux et décrit pas à pas leurs algorithmes de résolution en les justifiant géométriquement. Son livre est complété par un ensemble de problèmes algébriques liés, par exemple, aux transactions commerciales, au mesurage, aux héritages ou encore aux testaments.

Ci-dessous, la classification des six types d'équations de degré inférieur ou égal à deux, d'al-Khwārizmī :

Type Simple		Type composé	
Type n°1	$ax^2 = bx$	Type n°4	$ax^2 + bx = c$
Type n°2	$ax^2 = c$	Type n°5	$ax^2 + c = bx$
Type n°3	$x = c$	Type n°6	$bx + c = ax^2$

Avec a, b et c des nombres entiers positifs.

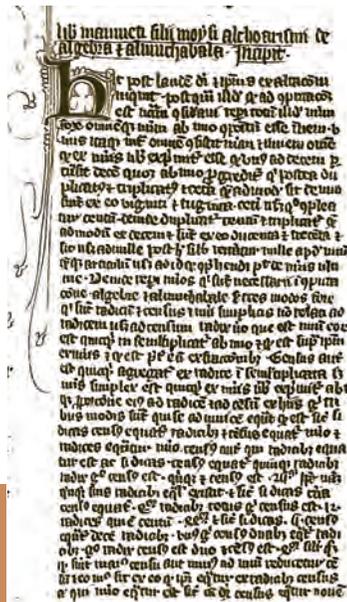
Nous connaissons aujourd'hui trois traductions latines de *l'Algèbre* d'al-Khwārizmī avec de nombreuses copies dans plusieurs bibliothèques européennes. Elles sont toutes partielles : la partie pratique sur le calcul des héritages intimement liée aux règles coraniques n'est traduite dans aucune des versions latines connues ; elles n'est pas transférable aux usages chrétiens.



Frontispice de *l'Algèbre* arabe d'al-Khwārizmī.

Source : Bodleian Library, University of Oxford, MS. Huntington 214, folio 1

Sur cette copie latine de *l'Algèbre* d'al-Khwārizmī, on peut lire le titre donné par le traducteur : *Ici commence le Livre de Mahomet fils de Moïse alchoarizmi sur l'algebra et l'almuchabala*. Pour traduire certains termes, le traducteur a le choix entre la traduction littérale, ou bien une simple transcription phonétique lorsqu'il désire conserver le mot d'origine arabe. Par exemple, le terme *al-jabr*, qui n'existe pas encore en latin au XII^e siècle, devient ici simplement *algebra*, plutôt que *restauratio* pour sa traduction sémantique.

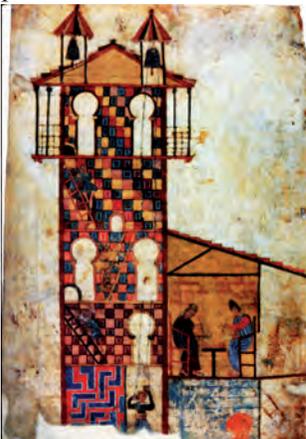


Détail d'un manuscrit latin de *l'Algèbre* d'al-Khwārizmī.

Source : Cambridge, University Library ms. Mm2.18

Ce sont donc les traductions arabo-latines qui introduisent pour la première fois dans l'Occident chrétien le terme *algebra* et les procédés mathématiques qui s'y rattachent. En même temps, de petits traités élémentaires de calcul appelés *algorismes* (venant d'*alchoarismi*, simple transcription latine d'al-Khwārizmī) vont se diffuser largement en Europe. C'est bien évidemment l'origine du terme *algorithme* largement utilisé aujourd'hui.

M. M.



Atelier de copistes dans l'Espagne du X^e siècle.

Source : Madrid, Museo Arqueológico Nacional ms. 1097 B

Pour en savoir un peu plus :

Charles BURNETT : *The Coherence of the Arabic-Latin Translation Programme in Toledo in the Twelfth Century*, Science in Context, 14, 2001, 249-88.

Charles BURNETT : *Indian Numerals in the Mediterranean Basin in the Twelfth Century, with Special Reference of the "Eastern Forms"*, in *From China to Paris : 2000 Years Transmission of Mathematical Ideas*, Steiner, 2002, pp. 237-88.