

A historical map with a dark blue background featuring a wavy, light blue pattern. The map shows landmasses in light beige with black outlines. Several locations are marked with circular symbols containing a cross-like pattern and labeled with Arabic script. The central text 'L'âge d'or des sciences arabes' is overlaid in a bold, yellow font. In the bottom left, there is a small yellow box with the text 'livret Jeunes exposition'. In the bottom right, there is a logo for 'INSTITUT DU MONDE ARABE' with Arabic calligraphy below it.

L'âge d'or des sciences arabes

livret Jeunes
exposition

INSTITUT
DU MONDE
ARABE





« peu de savoir vaut mieux que beaucoup de culte » Hadith (Dit du prophète)

Al-Bîrûnî (m. en 1048) :

« J'ai fait ce que chacun devrait faire dans son travail : accueillir les réalisations de ses prédécesseurs avec gratitude et corriger leurs fautes sans appréhension (...). C'est ainsi que la contribution que l'on aura apportée vivra éternellement chez ses successeurs et chez les générations à venir »

[Al-Bîrûnî : al-Qânûn al-mas'ûdî (Le Canon masudien), Hyderabad.]

Astrologues déterminant le thème astral à l'occasion d'une naissance
Akbarnamêh - miniature Inde, XVII^e siècle, British Library



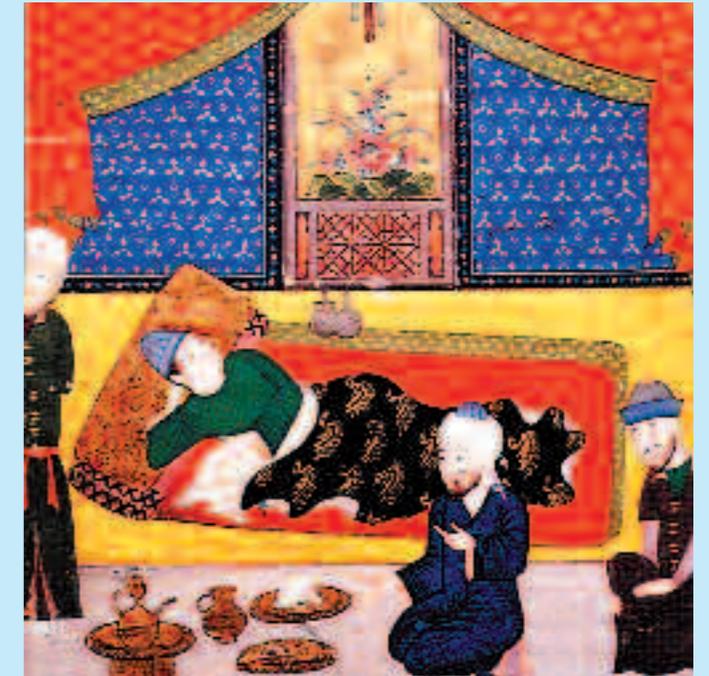
L'âge d'or des sciences arabes

de 632 à 750, les Arabes conquièrent un immense territoire à travers lequel se diffusent rapidement leur religion et leur langue. De la frontière chinoise jusqu'au nord de l'Espagne, il englobe une mosaïque de contrées, héritières du riche patrimoine scientifique de la Grèce, de la Perse, de l'Égypte et de la Mésopotamie.

À partir de cet héritage, des dizaines de foyers scientifiques vont naître et se développer, du VIII^e au XV^e siècle, avec leurs établissements d'enseignement, leurs bibliothèques, leurs hôpitaux. Outre des disciplines anciennes (astronomie, médecine, géographie, agronomie, mécanique, etc.) qui seront enrichies, de nouvelles voient le jour, comme l'algèbre, la trigonométrie et la science du temps. L'impulsion donnée par les Arabes à la fabrication du papier a rendu plus abordable la copie des livres et a contribué à la diffusion de ces travaux.

Entre les IX^e et XI^e siècles, les activités scientifiques étaient exprimées en langue arabe et donc les savants devaient maîtriser cette langue. À partir de la fin du XI^e siècle, avec le renouveau de la culture persane, des savants persans commencent à écrire dans leur langue maternelle. Un phénomène semblable s'observe dans l'Espagne musulmane, où des livres de mathématique et d'astronomie sont rédigés en hébreu. À la même époque, commence à se développer la traduction, de l'arabe vers le

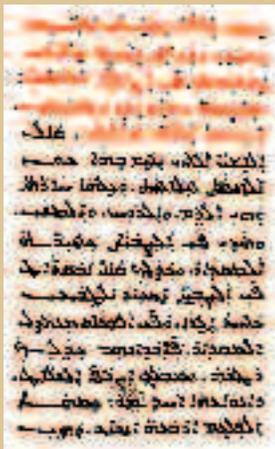
latin, d'ouvrages scientifiques grecs et arabes disponibles en Espagne et en Sicile. Quelques siècles plus tard, ce phénomène se reproduira, mais à une échelle plus réduite, avec la traduction en turc et en berbère de quelques ouvrages scientifiques.



Avicenne au chevet d'un patient « malade d'amour » miniature (XVI^e siècle) Istanbul, Musée des arts turcs et islamiques.



Nasir al-Din al-Tusi :
Nouvelle rédaction des
Eléments d'Euclide 1258,
Encre sur papier Londres,
The British Library,
Add. 23387



Hunayn Ibn Ishaq.
Résumé du livre de Galien
sur les différentes sortes
d'urines (syriaque)



Traduction d'un traité de Galien, orné de portraits de savants dont Andromaque
et Galien (première moitié du XIII^e siècle) Vienne Österreichische Nationalbibliothek.

L'héritage scientifique

hormis quelques initiatives isolées, et à l'exception du domaine de la médecine (dont une pratique « savante », héritière de la médecine grecque, est attestée dès l'avènement de l'Islam), les Arabes n'ont commencé à prendre connaissance des héritages scientifiques anciens qu'à partir de la fin du VIII^e siècle. C'est avec les premiers califes abbassides que la traduction connaît une véritable impulsion.

Al-Mansûr (754-775) est le premier à financer des traductions d'ouvrages scientifiques indiens puis d'écrits philosophiques grecs. Trois de ses successeurs lui emboîtent le pas : al-Mahdî (775-785), puis Hârûn ar-Rashîd (785-809) et surtout al-Ma'mûn (813-833) auxquels on doit également la fondation de la Maison de la sagesse (*Bayt al-hikma*), destinée à accueillir les meilleurs savants de l'époque. Les mécènes se recrutent parmi les hauts fonctionnaires cultivés, les riches marchands et les hommes de science fortunés, comme le philosophe al-Kindî (m. 850) et les frères Banû Mûsâ, trois mathématiciens.

Dans la recherche des manuscrits scientifiques anciens, les bibliothèques des particuliers et des monastères jouèrent un rôle primordial. Certains ouvrages ont même connu plusieurs traductions, comme *l'Almageste* de Ptolémée (II^e s.), la référence la plus importante de l'astronomie antique et médiévale, et les *Eléments* d'Euclide (III^e s. av. J.C.), source presque exclusive de la géométrie arabe. En médecine, certains ouvrages de Galien ont d'abord été traduits en syriaque avant que, l'ensemble de son œuvre soit traduit en arabe.

Parmi la centaine de traducteurs qui ont contribué à ce transfert des sciences anciennes, le plus important est Hunayn Ibn Ishâq (m. 873), qui dirigea une véritable équipe de spécialistes au rang desquels son fils Ishâq et son neveu Hubaysh.

«l'encre du savant est plus sacrée que le sang des martyrs» *Hadith (Dit du prophète)*

Les mathématiques et l'algèbre



Abrégé d'un poème sur les fondements de l'algèbre. Rabat, Bibliothèque Sbihi.

AL-KHWÂRIZMÎ (m. 850)

Muhammad ibn Mûsâ al-Khwârizmî est né à Bagdad vers 780 d'une famille originaire du Khwârizm (Ouzbékistan). En astronomie il a participé au programme lancé par le calife al-Ma'mûn (813-833) afin de vérifier les paramètres astronomiques hérités des Grecs et aboutir à la réalisation d'une nouvelle carte du monde. En mathématique, il est le premier à publier un livre de calcul contenant le système décimal positionnel indien (avec le zéro). Mais il est surtout resté célèbre comme auteur du premier livre d'algèbre de l'histoire «*Kitab Al-jabr wa-l-muqabala*».

dès avant l'islam, les Arabes disposaient de procédés de calcul pour leurs transactions commerciales et d'un savoir-faire en géométrie auquel ils recouraient pour résoudre des problèmes d'arpentage, de construction et de décoration. Mais la traduction des ouvrages indiens, mésopotamiens et surtout grecs va leur permettre d'élargir leurs connaissances et, après une phase d'assimilation, de donner naissance, à partir du IX^e siècle, à une production originale. On doit aussi aux mathématiciens arabes d'avoir inventé de nouvelles disciplines comme la trigonométrie, l'analyse combinatoire et l'algèbre.

À partir du XII^e siècle, une partie des ouvrages mathématiques arabes est traduite en latin et en hébreu. C'est par ce biais que se diffusera en Europe la pratique du calcul avec le système décimal, l'algèbre avec ses équations et la trigonométrie. C'est ainsi que l'*Abrégé du calcul par la restauration* et la comparaison, d'Al-Khwârizmî, publié à Bagdad au début du IX^e siècle, sera traduit en latin au XII^e siècle, une première fois par Gérard de Crémone puis par Robert de Chester, sous le titre de *Liber algebra et muqabala* ; les deux mots choisis par l'auteur pour nommer la nouvelle discipline : algèbre (forgé à partir d'*al-jabr* qui signifie restauration, réparation) et *muqabala* (comparaison) font donc leur apparition dans la langue latine...

Parmi les plus grands mathématiciens arabes, mentionnons, outre al-Khwârizmî (Bagdad, IX^e s.) en algèbre, Ibn al-Haytham (Le Caire, X^e s.) en arithmétique, al-Bîrûnî (Rayy, XI^e s.) en trigonométrie, Ibn Mun'im (Marrakech, XII^e s.) en analyse combinatoire, et al-Kâshî (Samarcande, XIV^e s.) en science du calcul.



Jusuḥ al-Mu'taman : Traité de géométrie. Encre sur papier. Espagne vers 1080. Leyde, Universität Library, Legatum Warnerarium, Or.123a

Le calcul

À l'origine, le zéro était simplement un signe servant à indiquer l'absence de valeur d'une position donnée (celle des dizaines ou des centaines, par exemple) dans l'écriture d'un nombre. Ce principe était connu des Babyloniens, des Grecs et des Indiens. Ces derniers avaient également inventé l'écriture positionnelle des nombres : avec neuf signes seulement, qu'ils combinaient avec le signe du zéro, ils parvenaient ainsi à exprimer n'importe quel nombre, alors que pour atteindre le même but, les Grecs utilisaient 27 signes. À la fin du VIII^e siècle, les calculateurs arabes disposaient du système alphabétique grec, qu'ils avaient remplacé par leur propre alphabet de 28 lettres pour l'astronomie et l'astrologie; du système digital, qui permettait d'exprimer les résultats du calcul mental; enfin, du système décimal positionnel indien, dont ils usèrent dans tous les autres domaines de la science.

Les calculateurs de l'Occident musulman remplacèrent le point du zéro par un rond, modifièrent la graphie de certains chiffres et échangèrent les valeurs de certaines lettres de la numération alphabétique. Si les mathématiciens arabes n'ont pas inventé le zéro, on leur doit d'en avoir largement diffusé l'usage à partir du XII^e siècle grâce aux traductions et de lui avoir également attribué d'autres rôles (comme celui d'être multiplié par un nombre ou ajouté à un autre), il l'ont ainsi préparé à devenir un nombre comme les autres.

Numération alphabétique arabe

ط	ح	ز	و	هـ	د	ج	ب	ا
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ص	ف	ع	س	ل	م	ك	ق	ي
10	20	30	40	50	60	70	80	90
ظ	ض	ذ	ح	ث	ت	ش	ر	ق
100	200	300	400	500	600	700	800	900



Le souhait des calculateurs Ibn Ghâzi al-Miknâsi, Rabat, Bibliothèque Sbihi.



- 1- Numération d'origine indienne
- 2- Numération arabe d'Occident
- 3- Numération arabe d'Orient



Onagres , Copie du Livre de l'utilité des animaux d'Ibn Bakhtishu, Iran début XIV^e siècle.

Koweït, Collection al-Sabah, Dar al-Athar al-Islamiyya, LNS 59MS



Carte tirée du Livre des royaumes et des routes. Ibn Hawqal, fin X^e siècle - copie du XVI^e siècle - BNF

...La Chine est un vaste pays où abondent les ressources, les fruits, les céréales, l'or, l'argent... Elle est traversée par le fleuve Âb al-Hâya, c'est-à-dire « l'eau de la vie », qui est aussi nommé Sarû... Le fleuve coule au centre de la Chine sur une longueur de six mois de marche et se jette à Sin as-Sîn. Sur ses rives, on trouve des villages, des champs, des vergers, des marchés comme sur les rives du Nil en Egypte, à la différence toutefois que la Chine est plus prospère. Sur ce fleuve sont dressées des roues hydrauliques en grand nombre. La Chine produit beaucoup de sucre... meilleur en qualité que le sucre égyptien, des raisins et des prunes. Je croyais que les prunes 'uthmânî de Damas étaient incomparables jusqu'au

moment où j'ai goûté les prunes chinoises. La Chine produit aussi des melons aussi délicieux que ceux du Kwârizm et d'Ispahan. Tous les fruits que nous trouvons chez nous se trouvent chez eux, en plus succulents.

.... La porcelaine en Chine vaut le même prix que la poterie chez nous, ou même meilleur marché. Elle est exportée en Inde et partout dans le monde, arrivant même jusqu'au Maghreb, notre pays. La porcelaine chinoise est la plus belle poterie qui soit.

IBN BATTUTA (1304-1377)

« Voyages et périple » Voyageurs arabes, Bibliothèque de la Pléiade,

Paris 1995

La géographie

La géographie arabe couvre deux grands domaines : la géographie humaine et la cartographie. La première est née et s'est développée à partir du IX^e siècle pour répondre aux besoins tant politiques que économiques : il s'agissait de rassembler des informations sur les pays nouvellement conquis, sur leurs habitants et leurs activités. La seconde s'est constituée à partir de l'héritage grec, représenté par les œuvres de Marinus (I^e s.) et de Ptolémée (II^e s.). Les ouvrages de géographie humaine traitent de trois grands sujets. Il y a d'abord la description des terres, des rivières, des mers et des îles. On y trouve aussi des informations sur les itinéraires et les distances entre les villes, sur les lieux stratégiques et les productions de chaque région. Un troisième thème rassemble les éléments curieux ou merveilleux qui se rapportent à tel ou tel endroit. Parmi les livres les plus importants dans ce domaine, celui d'Ibn Hawqal, qui vécut en Orient au X^e siècle, et celui du Maghrébin al-Idrissi, qui travailla à Palerme au XII^e siècle. L'Islam a compté en outre nombre de « grands voyageurs » qui ont rapporté, de leurs déplacements à travers les vastes territoires de l'empire et au-delà, des ouvrages d'une grande richesse complétant le travail des géographes comme l'Andalou Ibn Jubayr (XII^e s.) et, surtout, le Maghrébin Ibn Battûta (XIV^e s.).

Le calife al-Ma'mûn (813-833) est le premier à demander à des scientifiques de réaliser une carte du monde. Des astronomes se sont chargés de cette tâche, vérifiant et corrigeant les coordonnées des villes mentionnées dans l'œuvre de Ptolémée avant de calculer celles d'autres villes de l'empire. Après eux, de nombreuses cartes, adaptées à différents utilisateurs, seront réalisées : des indicateurs de qibla permettant de diriger les prières vers La Mecque, des cartes-plans n'indiquant que les itinéraires pour les marchands ou les militaires, des portulans mentionnant les côtes et les ports pour les navigateurs.



Globe céleste, Iran 1418, IMA



Réceptif pour alchimie, verre.
Coll. Khalili



Chapiteau de distillation, verre.
Iran IX^e-X^e siècle coll. Khalili



Traité de pharmacopée de Zayn al-Attar, Inde, 1648
Londres, Nasser Khalili coll.

La chimie

Après avoir puisé aux sources grecques, égyptiennes et mésopotamiennes grâce à la traduction de nombreux ouvrages, réalisée à Bagdad à partir du IX^e siècle, les chimistes arabes ont poursuivi les recherches initiées par leurs prédécesseurs. La chimie arabe théorique consistait en une réflexion philosophique sur la matière, sa constitution et sa transformation. Elle a donné naissance à de nombreux ouvrages, dont les plus importants sont ceux de Jâbir Ibn Hayyân (VIII^e-IX^e s.). Certains chimistes tenteront en vain de mettre en pratique deux aspects de cette théorie : la transmutation, c'est-à-dire la transformation d'un métal quelconque en or, et la fabrication du médicament miracle, l'élixir, sensé guérir toutes les maladies.

La chimie pratique reposait en revanche sur une démarche scientifique et sur l'expérimentation. Elle consistait à analyser des substances minérales, végétales et animales pour en connaître la constitution et à transformer et combiner ces substances afin d'en obtenir de nouvelles. Si certaines manipulations, telles que la calcination, la fusion et la sublimation, n'étaient motivées, souvent, que par la curiosité scientifique, d'autres répondaient à des demandes de la société. Ainsi, des expériences furent

à l'origine d'une véritable production industrielle de savon, d'eau de fleur d'oranger et d'eau de rose (obtenue par distillation), de vinaigre (obtenu par fermentation) et de produits de beauté. Parmi les grands noms de la chimie arabe, Abû Bakr al-Râzî, qui vécut à Bagdad au X^e siècle.



Bol au joueur de luth, Iran.
fin du XII^e siècle Céramique à pâte
siliceuse, glaçure opaque, décor lustré.
Berlin, Museum für islamische Kunts, 1 1506

Chronologie des sciences arabes

VII^e-VIII^e siècles : l'ère de l'héritage et de la traduction

- Fondation de la première bibliothèque par le calife al-Walid 1^{er}.
- 773 : traduction en arabe du premier livre indien d'astronomie à la demande du calife abbaside al-Mansûr (754-775).
- 780 : traduction des *Topiques* d'Aristote à la demande du calife al-Mahdi (775-785).
- 785-809 : mécénat de Hârûn al-Rashîd :
 - fondation de Bayt al-hikma (Maison de la sagesse), premier centre scientifique.
 - traduction par al-Hajjâj des *Éléments* d'Euclide.

IX^e siècle : émergence de la science arabe

- 813-833 : règne du calife al Ma'mun :
- al-Khwarizmi publie le premier livre arabe sur le calcul indien ainsi que le premier livre d'algèbre.
- élaboration de la première carte du monde en arabe.
- vérification et correction des mesures de Ptolémée.
- traité d'optique d'Al Kindî (796-873).
- les frères Banû Mûsâ publient le premier livre arabe de mécanique.
- 815 : traduction de la *Meteorologica* d'Aristote par Yahyâ al-Batrîq.
- 809-877 : traduction des œuvres médicales de Galien et d'Hippocrate par Hunayn Ishaq.
- al-Râzî (823-860), médecin et chimiste, identifie et décrit la variole.
- 851 : première description des côtes indiennes et chinoises par les géographes arabes.

X^e-XIII^e siècles : apogée de la science arabe

X^e siècle

- livre d'algèbre d'Abû Kâmil (m. 930).
- Abd al-Rahmân al-Sûfî établit son catalogue des étoiles.
- 972 : fondation au Caire de l'université d'al-Azhar et de Dar al-hikma.
- Traité de chirurgie par le médecin andalou al-Zahrâwî (m. 1013)
- 991 : fondation à Bagdad par le vizîr Sâbûr b. Ardachîr de Dâr al-'ilm (Maison du savoir), avec une bibliothèque de 10 000 volumes
- Ibn Yunus (m. 1009) établit des tables astronomiques d'une très grande précision

XI^e siècle

- 980-1037 : Ibn Sînâ (Avicenne), médecin et philosophe, auteur d'une encyclopédie, *Le Canon de la médecine*, qui restera longtemps le principal ouvrage de référence des sciences médicales en Orient et en Occident
- 973-1048 : al-Bîrûnî, l'un des plus grands savants, mathématicien, astronome et géographe, est l'auteur d'un traité d'astronomie, *Qânûn al-Mas'ûdî*.
- Ibn al Haytham (m. 1041) : mathématicien et physicien. Son traité d'optique, *Kitâb al-manâzîr*, a été enseigné et commenté en Europe jusqu'au XVII^e siècle.
- Ibn Khalaf de Tolède invente l'astrolabe universel.

- 'Umar al-Khayyâm (1048-1131) : astronome, mathématicien et poète persan. A élaboré la première théorie géométrique des équations cubiques
- Al-Mu'taman (m. 1085) : mathématicien et roi de Saragosse. Son *Kitâb al-istikmâl* (Livre de la perfection) est une synthèse des mathématiques de son époque.
- Ibn Mu'âdh (m. 1079) : auteur du premier livre de trigonométrie publié, en arabe, sur le sol européen.
- Fin XI^e s. : Constantin l'Africain traduit en latin de nombreux ouvrages de médecine produits au Maghreb (Kairouan) ou en Orient (Bagdad).

XII^e siècle

- Al-Idrîssî (1099-1165/1186) : réalise la carte du monde la plus élaborée (dédiée à Roger II de Sicile)
- Jâbir Ibn Aflah, astronome. Son livre *La réforme de l'Almageste*, traduit en latin, a fait connaître la trigonométrie aux Européens.
- 1170 : essor de l'hôpital-école de médecine de Damas.
- Gérard de Crémone (m.1187) chef de file des traducteurs en latin des sciences grecques et arabes.
- Ibn Rushd (Averroès) (m. en 1198), philosophe et médecin à Cordoue, auteur d'un traité de médecine *al-Kullîyyat* (le Colliget)
- Ibn Mun'im (Marrakech) (m. en 1228) : le premier mathématicien à avoir introduit la combinatoire comme chapitre des mathématiques.

XIII^e siècle

- Maïmonide (m.1204) : théologien et philosophe juif de Cordoue auteur du *Guide des égarés* (écrit en arabe).
- 1228 : Fibonacci publie l'édition définitive de *Liber Abaci*, dont le contenu est inspiré de l'algèbre et du calcul arabes appris au Maghreb et en Orient.
- 1206 : al-Jaza'ri publie son traité de mécanique *De la théorie et de la pratique des automates*.
- Ibn Nafîs (1210-1288), médecin au Caire, fut le premier à décrire la petite circulation du sang.
- Nasîr al-Dîn al-Tûsî (m. 1274), mathématicien et astronome, directeur de l'observatoire de Maragha.
- 1256-1321 : Ibn al-Banna, un des derniers mathématiciens du Maghreb, établit des résultats nouveaux en combinatoire.

XIV^e-XV^e siècles : amorce du déclin de l'activité scientifique

- Ibn al-Shâtîr (m.1375), grand astronome à Damas, a élaboré de nouveaux modèles du mouvement des planètes qui ont inspiré plus tard Copernic.
- 1421 : fondation de l'observatoire de Samarcande financé par le prince mongol Ulug Beg.
- Al-Kâshî (m.1429), un des derniers grands astronomes des pays d'Islam. Il a calculé la valeur de π avec 16 chiffres après la virgule.
- 1486 : l'encyclopédie de médecine d'al-Râzî est traduite en latin.
- Mordechaï Finzi traduit, en hébreu, le livre d'algèbre d'Abû Kâmil (m. 930).



Femme enceinte
Tashrih al-Tawsir, Mansur ibn
Muhammad, Iran 1672
British Library



La cour du bimaristan (hôpital)
de Nur-ed-Din. XII^e siècle. Damas
© Gérard Degeorges



Cautérisation de bubons,
manuel de chirurgie des Ilkhans,
Turquie mss daté de 1466. BNF

La médecine



Instruments de chirurgie, cuivre Égypte, VIII^e siècle
Koweït. Dar al-athar al-islamiyyah. Coll.sabah

dès le premier siècle de l'islam, une médecine savante est enseignée en grec, en syriaque ou en persan. Mais il faut attendre le début du IX^e siècle, et l'expansion de l'arabe, pour que des ouvrages de médecine commencent à être traduits dans cette langue. À partir d'un riche héritage, pour partie d'origine indienne mais essentiellement constitué des traités d'Hippocrate (IV^e s. av. J.-C.) et surtout de ceux de Galien (II^e s. ap. J.-C), la médecine arabe va innover dans différents domaines.

De nombreuses villes, comme Bagdad, Damas, Rayy, Kairouan, Cordoue, sont le berceau de médecins de très haut niveau. Certaines sont dotées d'hôpitaux qui disposent d'une pharmacie, de salles de soins, et assurent l'enseignement de la médecine; ceux du Caire et de Damas fonctionneront du IX^e au XV^e pour le premier, du XII^e au XIX^e pour le second. On y soigne les maladies du corps mais on y accueille également les malades mentaux. Parmi les grands médecins arabes : al-Râzî (X^e siècle) pour ses contributions dans le domaine du diagnostic et du traitement de certaines maladies (la variole et l'asthme allergique) et al-Zahrâwî pour son chapitre original sur les

instruments chirurgicaux de son *Livre sur la pratique*; au XI^e siècle, Ibn Sînâ (Avicenne) dont le fameux *Canon de la médecine*, traduit en latin, fera autorité en Europe jusqu'à la fin du XVII^e siècle; au XIII^e, Ibn al-Nafîs, le premier à avoir mis en évidence la circulation du sang vers les poumons (petite circulation). En pharmacopée, les médecins arabes ont d'abord tiré leur savoir du *Livre des médicaments simples* de Galien et du *Traité des plantes* de Dioscoride, avant de les enrichir en rédigeant à leur tour une multitude d'ouvrages. Des centaines d'auteurs arabes se sont ainsi penchés sur l'étude, la classification et la mise au point de médicaments. L'un des plus importants ouvrages en la matière est celui de l'Andalou Ibn al-Baytâr (XIII^e s.) qui décrit 1400 médicaments dont 400 étaient inconnus des médecins grecs.



IBN SÎNÂ (980 /1037)

Abû Ali Ibn Sînâ (Avicenne pour les Latins) est né près de Boukhara en Asie Centrale. Il apprend par cœur tout le Coran lorsqu'il a dix ans. A quinze ans il achève sa formation de base en mathématique et commence l'étude de la médecine et de la philosophie qu'il termine avant d'avoir dix huit ans. A 21 ans, il a déjà rédigé trois ouvrages de philosophie. De 1014 à 1020, il vit dans différentes villes d'Asie centrale, tout en menant des activités scientifiques et politiques. A partir de 1023, il s'installe à Ispahan où il poursuit la rédaction de son grand projet philosophique, le Livre de la guérison. Ibn Sînâ est surtout célèbre pour son Canon de la médecine, un ouvrage monumental qui est une synthèse de la médecine grecque enrichie par l'apport arabe des IX^e-X^e siècles. Cet ouvrage a circulé, dès le XII^e siècle, en Europe et il y est devenu la référence des médecins jusqu'au XVII^e siècle.

Médecin prenant le pouls d'une jeune fille . Miniature, Bagdad, 1343 (Le Caire, BN).

la science est plus méritoire que la prière. *Hadith (Dit du prophète)*



Al Kindi, le livre des rayonnements embrasés, vers 854, Bagdad, Koweït, Tareq Rajeb Museum.



L'arc-en-ciel, «Traité de géodésie - Taqwin» env.1507, Est de la Perse, Coll. Schoenberg.

La physique

La physique arabe s'inscrit dans le prolongement de l'héritage grec, en particulier des ouvrages d'Euclide (III^e s. av. J.C.) et d'Archimède (m. 212).

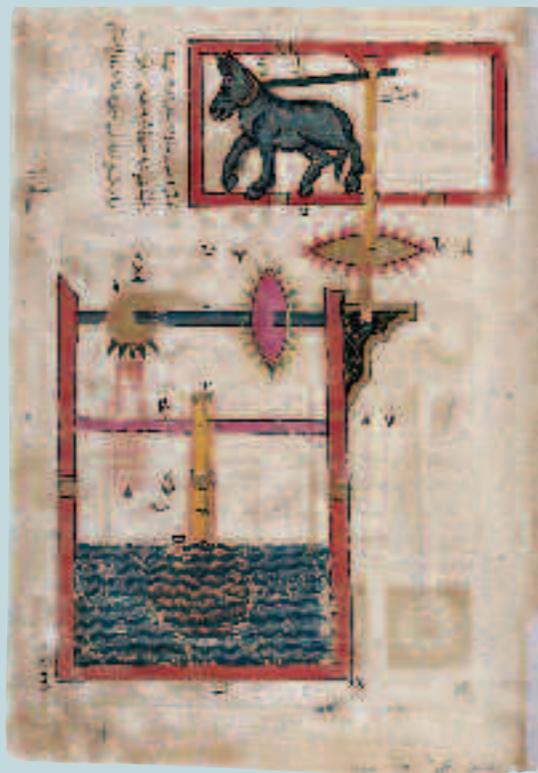
Deux de ses trois grands domaines d'élection sont la statique et l'hydrostatique.

On doit aux savants arabes, notamment à al-Khâzini (XII^e s.), la mise au point d'une théorie du levier, la généralisation de la théorie des centres de gravité à des objets à trois dimensions, le perfectionnement des procédés permettant de déterminer les poids spécifiques et l'unification de la statique et de la dynamique en une même discipline.

Le troisième grand domaine de la physique arabe est celui de l'optique, avec trois thèmes essentiels : l'œil et la vision, les propriétés géométriques des rayons lumineux, la réalisation de miroirs ardents destinés à brûler les bateaux ou les forteresses ennemies. Les recherches en optique débutent dès le IX^e siècle avec al-Kindî et se poursuivent au X^e avec les travaux d'Ibn Sahl sur les lentilles et les miroirs ardents. Mais c'est à Ibn

al-Haytham (XI^e s.) que l'on doit les contributions les plus importantes, complétées au XIII^e siècle par les travaux d'al-Fârisî. Parmi les résultats obtenus, figurent une nouvelle explication du phénomène de la vision, le développement de l'étude de la réflexion et de la réfraction de la lumière ainsi que l'explication de la constitution de l'arc-en-ciel et du halo.

On doit à Ibn al-Haytham d'avoir montré que la recherche doit associer trois démarches : l'observation répétée des phénomènes physiques, la reproduction de ces mêmes phénomènes en laboratoire, enfin la théorisation des résultats de l'observation par l'élaboration de lois générales exprimées avec les outils mathématiques. La traduction en latin de son *Traité d'optique*, au XII^e siècle, sera riche d'enseignement pour les premiers physiciens européens, qui adopteront ses démarches scientifiques.



Shéma d'un mécanisme hydraulique. Al-Jazari. Recueil utile de la théorie et de la pratique de l'art des procédés ingénieux. Syrie, 1315. New-York. The Metropolitan museum of art, Rogers fund, 1955.55.121.11



Automate du verseur de boisson. Al-Jazari : Recueil utile de la théorie et de la pratique de l'art des procédés ingénieux. Égypte 1354.

La mécanique

La mécanique arabe, appelée « science des procédés ingénieux », s'est essentiellement nourrie de l'héritage grec et plus particulièrement d'Archimède (m. 212 av. J.-C.), de Philon de Byzance (vers 250 av. J.-C.) et de Héron d'Alexandrie (I^{er}s.). Son développement a pris deux directions : la première, théorique, concernait la statique (chute et équilibre des corps), l'hydrostatique (équilibre des corps dans les liquides) et la dynamique (étude du mouvement des corps). Parmi les savants qui ont enrichi ce domaine : al-Bîrûnî (m. 1048) et al-Khâzinî (XII^{es}).

La seconde est celle des applications dans trois champs d'activités : la mécanique utilitaire, la technologie militaire et la mécanique ludique.

La mécanique utilitaire consistait à concevoir des systèmes complexes pour mesurer le temps (horloges), apporter des réponses à des problèmes divers : captation de l'eau d'une rivière et son acheminement (systèmes faisant appel à la force hydraulique), lavage et déplacement d'objets lourds (systèmes de poulies et de leviers), etc. L'un des meilleurs spécialistes dans ce domaine a été al-Jazarî (XII^{es}), inventeur de nombreux mécanismes ingénieux. La technologie militaire s'est inspirée des techniques ennemies avant d'innover dans



Noria de Hama (Syrie) F. Cateloy ©IMA

le domaine des engins de siège, des armes de poing et des lanceurs de produits inflammables. Des livres ont été écrits pour enseigner aux officiers l'art de la guerre. Celui d'al-Zaradkâshî (XV^{es}), le plus connu, s'intitule le *Livre élégant sur les catapultes*.

La mécanique ludique, qui servait à distraire les princes et tous les gens aisés, connut une très grande vogue. Elle consistait en automates très sophistiqués : vases qui versent des boissons de couleurs différentes, coupes musicales, jets d'eau automatiques... Parmi les ouvrages décrivant ces dispositifs, le plus ancien et le plus célèbre est celui des frères Banû Mûsâ (IX^{es}), le *Livre des procédés ingénieux*.



La salle de prière de la mosquée de Cordoue. Xe siècle
Thierry Rambaud ©IMA

Architecture et arts décoratifs

dans les pays d'islam, l'architecture et les arts décoratifs sont étroitement liés aux mathématiques et à la chimie : il est indispensable de maîtriser le calcul et la géométrie pour réaliser des plans et dessiner des motifs, la trigonométrie pour déterminer les orientations des édifices religieux, la combinaison des couleurs pour reproduire les décors sur des supports en faïence.

Si les plans des architectes arabes se sont perdus, des ouvrages traitant de la conception des coupoles, des portes et des fenêtres, et de la décoration des murs et des plafonds, nous sont parvenus. Au Xe siècle, Abû l-Wafâ' publie à Bagdad *Ce qui est nécessaire aux artisans en constructions géométriques*, dans lequel il expose les procédés géométriques pour composer des figures à partir de figures existantes. Au XV^e siècle, le mathématicien de Samarcande al-Kâshî consacre un chapitre de son livre, *La Clé du calcul*, aux procédés de construction des coupoles et aux muqarnas (stalactites), décorations originales réalisées en trois dimensions.

Les décorations sur des surfaces planes recourent à deux catégories de motifs : végétaux ou animaux, et motifs

géométriques (arabesques). Ce second thème a permis aux artisans, grâce à leurs connaissances de la géométrie et à leur intuition, de découvrir tous les motifs possibles pour recouvrir une surface plane.



Mosaïque de faïence, zelliges ornant la salle des Ambassadeurs de l'Alhambra de Grenade. ©DR

«... Il y a, (à Damas), environ vingt madrasas et deux hôpitaux, un vieux et un neuf.... Les médecins y viennent chaque matin, examinent les malades et ordonnent de préparer les remèdes et les aliments qui les peuvent guérir, suivant ce qui convient à chaque individu parmi eux. Ces hôpitaux sont parmi les plus beaux titres de gloire de l'islam. Les madrasas en sont un autre. L'une de celles qui en ce monde offrent le plus beau spectacle aux yeux est celle de feu Nour-ed-dîn, où se trouve son tombeau. L'eau y vient couler, descendant dans une rigole..., le regard est surpris de la beauté de ce spectacle...»

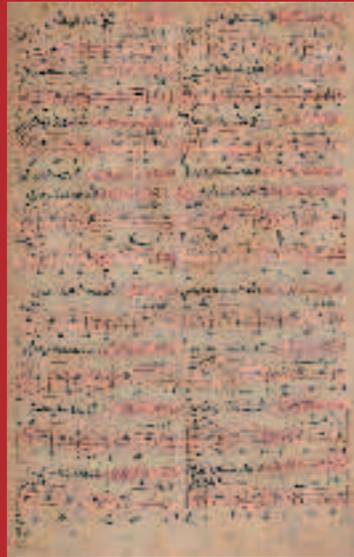
Ibn Jubair (1145- ?)
Voyages, Librairie orientaliste P. Geuthner,
Paris 1951



Cour intérieure de la Madrasa mérinide de Bou Inaniya - Meknès
C. trial et J.M.Ruiz, ©IMA



Entrelacs en écriture kûfî géométrique



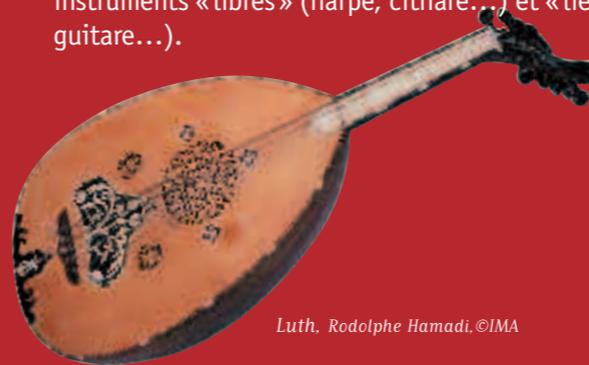
Kitāb al-adwār, livre des cycles,
Saḥīḥad-dīn al-Urnawī
Coll. Schoenberg



Musicienne jouant de la vina, manuscrit Inde,
école Bijapur, XVII^e siècle, gouache sur papier,
Museum für islamische Kunst, Berlin

Calligraphie et musique

Les savants arabes, comme leurs prédécesseurs grecs, considéraient la musique comme une branche des mathématiques. Cette perspective a donné lieu à d'importants travaux théoriques, dont ceux d'al-Mawsilī (IX^e s.) et d'al-Fārābī (X^e s.), élaborés à partir des notions de naghm (note de musique), de bu'd (intervalle) et de leurs combinaisons. La richesse modale de la musique arabe est pour partie le fruit de ces recherches. Dans le domaine appliqué, les Arabes ont perfectionné un certain nombre d'instruments de musique, comme le 'ūd et le qanūn, et ont proposé des classifications des instruments. Le premier de ces classificateurs est Ibn Zayla, qui, au XI^e, distingue les instruments à cordes (awtār) et à vent (nafkh), les percussions étant associées à la rythmique de la poésie. Le premier groupe sera lui-même subdivisé en instruments « libres » (harpe, cithare...) et « liés » (violon, guitare...).



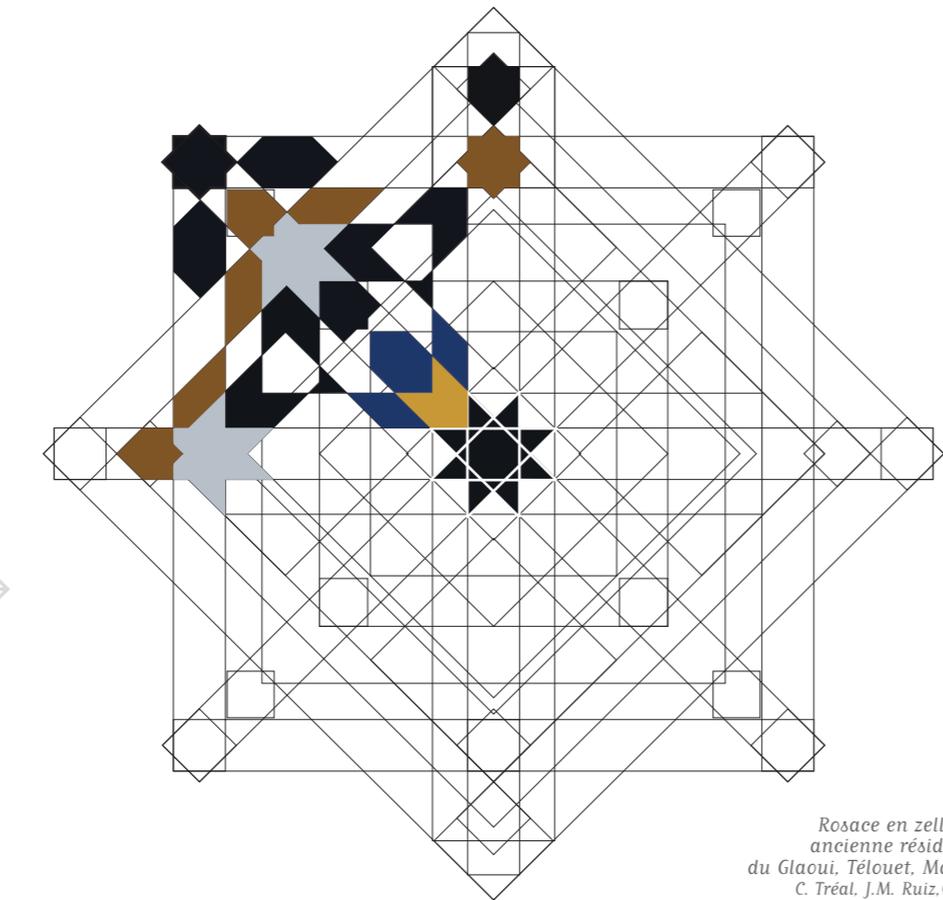
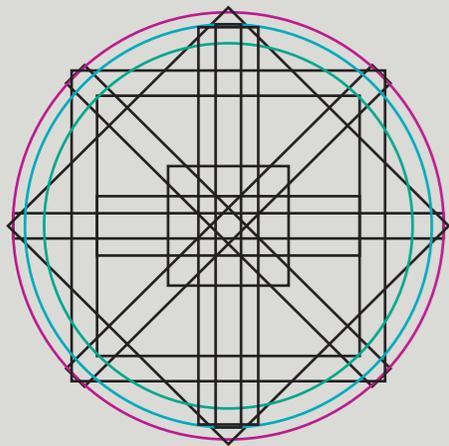
Luth, Rodolphe Hamadi, ©IMA

La calligraphie, art de bien former les caractères d'écriture, n'est pas non plus étrangère à la sphère scientifique : comme la musique, elle reposait sur la théorie des rapports d'Euclide, et elle était régie par des règles de mensurations précises. L'unité de mesure de la lettre calligraphiée est le point. L'alif, première lettre de l'alphabet arabe, dont la hauteur varie de trois à douze points, sert de module de base, les proportions des autres lettres s'y référant. Les écritures les plus célèbres sont le naskhī (écriture cursive souple) et le kûfī (raide et anguleuse), en référence à la ville de Kūfa (Irak). Ibn Muqla (X^e s.) fut le premier calligraphe à utiliser des règles géométriques dans le tracé des lettres. Après lui, toute une tradition s'est développée avec, en particulier, les travaux d'Ibn al-Bawwāb (X^e s.) et de Yâqût (XIII^e s.)





Au début, un simple carré, ensuite, une construction simple, constituée de carrés qui se multiplient en changeant de dimension et en s'orientant à 45°, jusqu'à ce que la simplicité nourrisse le mystère.



Complète la figure ci-dessous, après avoir identifié sur le zellige de la page de droite, la partie à laquelle elle correspond. Amuse toi ensuite, sur des feuilles libres, à reconstituer les constructions géométriques des autres parties du zellige.

*Rosace en zelliges,
ancienne résidence
du Glaoui, Tétouet, Maroc.
C. Tréal, J.M. Ruiz, ©IMA*



Voici une liste de savants arabes.
En te reportant à la chronologie, relie leur nom à la science qu'ils ont fait progresser (attention, certains travaillaient dans plusieurs domaines)

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| Ibn al-Haytham | • Médecine |
| al-Khwarizmi | • Mécanique |
| al-Birûni | • Mécanique |
| al-Jazari | • Physique |
| Ibn Sina | • Astronomie |
| al-Idrissi | • Mathématiques/algèbre |
| al-Mu'taman | • Géographie/cartographie |
| al-Khayyàm | • Poésie |
| Ibn Hayyàn | • Poésie |
| al-Kashî | • Optique |
| al-Zahrâwi | • Chirurgie |
| al-Kindi | • Chimie |
| Ibn Rushd | • Philosophie |

Les savants arabes ont développé et mis au point les découvertes suivantes :

- La boussole
- La rotation de la terre
- La numération décimale et le zéro
- La pénicilline
- L'équation du 1^{er} et du 2nd degré
- L'opération de la cataracte
- La variole
- Le vaccin contre la rage
- La théorie de la relativité
- L'astrolabe

oui	non

Ecris en arabe les trois mots suivants :
(l'arabe s'écrit de droite à gauche)

Bagdad _____ بغداد

Algèbre _____ الجبر

Zero _____ صفر

(Sifr, zéro, a donné le mot chiffre en français)

Relie les noms des savants ou centres de savoir suivants aux villes où ils se trouvaient :

- | | |
|--|-------------|
| Ibn Khalaf | — Bagdad |
| Al-Khwarizmi | — Palerme |
| Ibn al-Haytham | — Samarkand |
| Ecole de traduction en latin et en hébreu | — Damas |
| Bayt al-hikma | — Cordoue |
| Al-Idrissi | — Le Caire |
| Ibn Sina (Avicenne) | — Le Caire |
| Observatoire d'astronomie | — Tolède |
| Hôpitaux | |

Fais les opérations suivantes :
(les chiffres se lisent de gauche à droite)

$\begin{array}{r} 751 \\ + 230 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 90 \\ - 15 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 87 \\ + \\ \hline \end{array}$
=	=	= 111

Écris ces dates en chiffres arabes d'Orient

Nous sommes en (2005) de l'ère chrétienne

Nous sommes en (1426) de l'hégire



Traité de Chimie, fin XIX^e siècle Maroc.
Bibliothèque royale de Rabat 1116 (?)



Albarelle à pans coupés, Iran,
fin XIII^e siècle, céramique ladjvardina,
Paris Musée de l'IMA, Al 87-23

Conception : F. Langevin, O. Oussedik
Textes : A. Djebbar
Conception graphique : F. André et P. Feix
Impression, IRO - La Rochelle
Remerciements : Musée et bibliothèque de l'IMA,
C. Poche, R. Laffitte, C. Brahimi



Tiré du Aja'ib al- Makhlūqât Qazwīnī,
Shiraz 1ère moitié du XIV^e siècle
Museum für islamische Kunst, Berlin

Couverture : Nuzhat al-mushtaq iktirat al-afaq » al-Idrissi, env.1300, St Petersburg, Nal Library of Russia. Dos de couverture : Intérieur d'une pharmacie médiévale, traduction arabe de la Materia medica de Dioscoride. Bagdad, 1224. (New York, Metropolitan Museum of Art). P. 24, Washington, D.C., Arthur M.Sacker gallery, Smithsonian institution ; Purchase-Smithsonian Unrestricted trust funds, Smithsonian collections acquisition program, and Dr.Arthur M.Sacker. S1986.108a-b