

LES SCIENCES ARABES

EXPOSITION

Directeur de la publication :
Gauville Cabau

Directeur de la rédaction :
Mohamed Bennouna

Coordination éditoriale :
Rachid Ouzir

Textes :
Hélène Bellosia

Iconographie :
J. Drey / ARIA

Conception :
Didier Chapelot

Maquette :
Dominique Kudakly

Photogravure et impression :
Relais graphique

Credits photographiques :
Photographies et agences
citées

Ce numéro 6 de IMA
exposition a été réalisé par
l'unité Actions extérieures/
Animations jeunes

Direction :
Oussama Oussadik

Avec le concours du Fonds
d'action sociale

© Institut du Monde Arabe

EXPOSITIONS ITINÉRANTES
DISPONIBLES

- Institut du Monde Arabe
- Une introduction à l'histoire des pays arabes
- Le Maghreb : l'Occident arabe
- L'Orient arabe : de la vallée du Nil à la Mésopotamie
- Les pays arabes de l'Afrique de l'Est et les Comores
- Le Golfe et la péninsule Arabique
- Des femmes dans les pays arabes
- La Calligraphie
- L'Art de l'calligraphie au Maghreb du sur siècle au XXI siècle
- Qatar : architectures et caricatures arabes

EN COURS DE RÉALISATION

- Islam
- La Méditerranée
- La crise palestinienne

Pour tous renseignements :
Actions extérieures/
Animations jeunes :
Téléphone : 01.40.51.39.12
01.40.51.39.80

Institut du Monde Arabe
1 rue des Fossés-Saint-Bernard
75005 Paris/75256 CNRS
Téléphone (standard) :
01.40.51.38.38



Parler de la science dans le monde arabe ou islamique c'est faire l'histoire d'une passion, celle de la connaissance.

En moins d'un siècle, cette passion a fait que les savants du monde islamique non seulement assimilent l'essentiel de l'héritage scientifique gréco-hellénistique, s'approprient une partie de la science indienne, mais également feront progresser à leur tour toutes les sciences.

La richesse et la vitalité de l'activité scientifique de l'époque classique en font une époque qui égale les grands siècles de l'hellénisme, et le XVII^e siècle européen,

au point que l'on pourrait parler d'un miracle arabe comme on a pu parler d'un miracle grec. Le monde où va se développer cette science est un monde immense (de l'Andalousie aux confins de la Chine) politiquement morcelé, englobant de vieilles civilisations sédentaires comme celle de l'Iran, mais où l'islam comme religion d'Etat, et l'arabe comme langue de culture, sont facteurs d'unité ; ce monde de marchands et de navigateurs, sillonné de caravanes, où le pèlerinage à La Mecque brasse annuellement des populations venues d'horizons divers, est un monde ouvert à toutes les influences (qu'elles viennent de l'Inde, de la Chine ou de Byzance), où fleurissent échanges et controverses.

Curiosité sans limite, désir de savoir, confrontations, sens du progrès, caractérisent les savants de cette époque, et brossent le portrait d'une société dynamique, avide de nouveautés, bref une société aux antipodes des stéréotypes qui fleurissent sur le monde médiéval. D'une rive de la Méditerranée à l'autre, du III^e siècle avant notre ère au XVII^e siècle,

des Grecs aux Européens, en passant par les Arabes, c'est la même rationalité, la même curiosité, que l'on voit à l'œuvre, transcendant les époques, les frontières et les langues.

Hélène Bellosia
Chercheur au CNRS



Zone de diffusion des sciences arabes à leur apogée.

La science arabe a une vocation universelle et un dénominateur commun, la langue arabe. En effet, à partir du IX^e siècle, de l'Andalousie aux confins de la Chine et de l'Inde, en passant par le Maghreb, le Moyen-Orient et l'aire iranienne, l'arabe est la langue des mathématiques, de la philosophie et de la médecine. C'est pour cette raison qu'on appelle science arabe, la science qui est rédigée dans cette langue.

Les savants viennent d'horizons divers. Ils sont musulmans, mais aussi chrétiens, juifs, sabéens, zoroastriens, voire athées. Ils ne créent pas une science spécifiquement arabe, mais contribuent à la science tout simplement. Ils se veulent, et sont, les héritiers de la science et de la philosophie grecques. Le développement de la science arabe a pu bénéficier d'autres apports (en particulier d'Inde, de Chine ou, pour la médecine, de l'héritage mésopotamien), mais sans commune mesure avec l'importance de l'héritage grec. Les nombreuses traductions de textes grecs ou syriaques, dès le IX^e siècle, mettent à la disposition de ces chercheurs un abondant matériel qu'ils exploitent pour faire progresser leurs travaux et rédiger des œuvres originales. Il n'y a pas deux périodes consécutives, celle des traductions et celle des recherches.

Dans la seconde moitié du VIII^e siècle, le monde arabe découvre la numération décimale de position — qui nécessite l'usage du zéro — par le biais d'écrits hindous parvenus à Bagdad. Le mot *sifr* arabe a donné les mots zéro et chiffre en français, *cifre* et *Ziffer* en espagnol et en allemand.

L'algèbre est l'apport le plus novateur, le mieux connu et le plus célèbre des mathématiciens arabes. C'est une science à la fois théorique et appliquée, commune à l'arithmétique qui traite des nombres et à la géométrie qui traite des grandeurs. Elle va induire une interaction mutuelle de sciences auparavant totalement séparées. On va appliquer l'arithmétique à l'algèbre, l'algèbre à l'arithmétique, l'algèbre à la géométrie, la géométrie à l'algèbre.

Dans le domaine de l'optique, les Anciens considèrent que la vision est due à des rayons visuels émis par l'œil. Alhazen soutient, une théorie qui s'apparente à la théorie moderne. Ce sont les rayons lumineux émis par les objets qui, pénétrant dans l'œil, sont à l'origine de la vision. Il dégage, en outre, le principe de la propagation rectiligne de la lumière, ainsi que la loi de la réflexion sous sa forme générale.

L'astronomie est aussi une branche des mathématiques qui étudie les mouvements apparents des astres, et en donne une représentation géométrique. L'étude des météores, des comètes et des étoiles filantes ne fait pas partie de l'astronomie, et est rattachée à la physique.

Les savants arabes abandonnent le système de Ptolémée. Ils relèvent des incohérences dans ce système qui sont résumées par Alhazen (X^e siècle) dans un ouvrage intitulé *Les doutes sur Ptolémée*. Par la suite, Nâsir al-Dîn al-Tûssi (X^e siècle) sape un des fondements de la cosmologie aristotélicienne basée sur l'opposition entre le monde sublunaire — soumis à la corruption et aux mouvements violents et rétiniens — et le monde supralunaire, domaine de l'harmonie et des mouvements circulaires uniformes. Ces théories préparent l'avènement de l'astronomie moderne, car si Copernic (1473-1543) révolutionne l'astronomie en présentant un modèle héliocentrique (centré sur le Soleil), il conserve des compositions de mouvements circulaires uniformes, ainsi que certains des mécanismes élaborés par les astronomes de Marâgha (en particulier « le couple d'al-Tûssi » et le modèle de mouvement de la Lune d'Ibn al-Shâfir).

Les savants travaillent sur la dynamique, c'est-à-dire l'étude du mouvement. Ils développent la théorie de l'impulsion pour rendre compte des mouvements violents. Ils étudient aussi l'équilibre ou la statique, la théorie des balances, recherchent le centre de gravité d'un corps, ainsi que les conditions des différents équilibres et également les poids spécifiques de certains corps. Ils s'intéressent enfin à l'hydrostatique, l'étude de l'équilibre des fluides.

Du point de vue des techniques, nous leurs sommes redevables de nombreuses inventions : *Le Livre des artifices* des frères Daniîl Mûsâ et al-Kâzîmî présente une centaine (appareils à eau chaude et froide, élévateurs de charges, automates — qui seront des jouets fort appréciés des cours principales au Moyen Âge et à la Renaissance).

Il est difficile avant le XV^e siècle de distinguer la chimie de l'alchimie. La chimie ne deviendra véritablement une science qu'à la fin du XVIII^e siècle. À l'origine souvent liée à l'astrologie, l'alchimie n'émergera que peu à peu de la magie et des considérations ésotériques. Deux noms se détachent de l'abondante littérature alchimique, et illustrent des aspects complémentaires de l'alchimie ou de la chimie arabe, ceux de Jâbir Ibn Hayyân (dont le nom latinisé est *Caber*) et d'al-Râzî (Rhazès).

Chez les classiques, al-Fârâbî et Ibn-Sînâ, la musique, ou *musiqî* qui deviendra plus tard *muâsiqî*, est considérée comme une science *ibâr* : sa nature est spéculative. Elle s'occupe de manière idéale de la nature des corps sonores, décrit les mélodies, les cycles rythmiques, ainsi que les instruments dans la mesure où ces derniers sont conçus comme étalons et non pas considérés comme moyen de divertissement. Ils servent à l'application théorique. Mais en dehors des aspects scientifiques ou ludique, la musique peut être utilisée comme une thérapie pour soigner les malades.

Des traités médicaux didactiques sont rédigés avec les méthodes de la logique aristotélicienne par des encyclopédistes dont on a pu dire qu'ils étaient des médecins philosophes. Quatre médecins ont fortement influencé la médecine arabe : al-Râzî (Rhazès), al-Majûsî, Ibn Sînâ (Avicenne) et Ibn Ruchd (Averroës). On trouve dans leurs écrits des traités d'anatomie, de physiologie, de pathologie, de thérapeutique, d'hygiène, de diététique, d'oculistique, de chirurgie...

Le calife abbasside al-Ma'mûn fonde à Bagdad, en 832, Bayt al-Hikma (la Maison de la sagesse), première institution scientifique de l'empire. Elle réunit des scientifiques, des philosophes et des traducteurs et est dotée d'une riche bibliothèque. Le moutarqa subventionne des expéditions à Byzance pour rechercher des manuscrits grecs et fonde également un observatoire à Bagdad, ainsi que plusieurs hôpitaux. Il est le protecteur des sciences et des savants. Maqâmât al-Harîci



© Bibliothèque nationale de France

« Je disposais, pour les huit derniers livres de cet ouvrage, de plusieurs copies grecques. Je les ai confrontées et, à partir d'elles, j'ai établi une copie, que j'ai traduite avec un extrême souci de perfection et d'élegance. Mais des six premiers livres, il ne m'est parvenu qu'une seule copie, laquelle de sa粗ut, comportait beaucoup d'erreurs. Aussi n'ai-je pu achievever convenablement la traduction de ce livre. Il m'est, par la suite, parvenu une autre copie, à laquelle j'ai confronté la première ; j'ai établi ce qu'il m'était possible d'établir. »

Hunayn ibn Ishâq décrit son travail de traduction d'un livre de Galien



© D. Billion

L'ingénieur Qusayr, entre des fortifications, ainsi qu'un globe céleste aujourd'hui au musée de Naples, construit en Syrie des routes d'irrigation. Noria

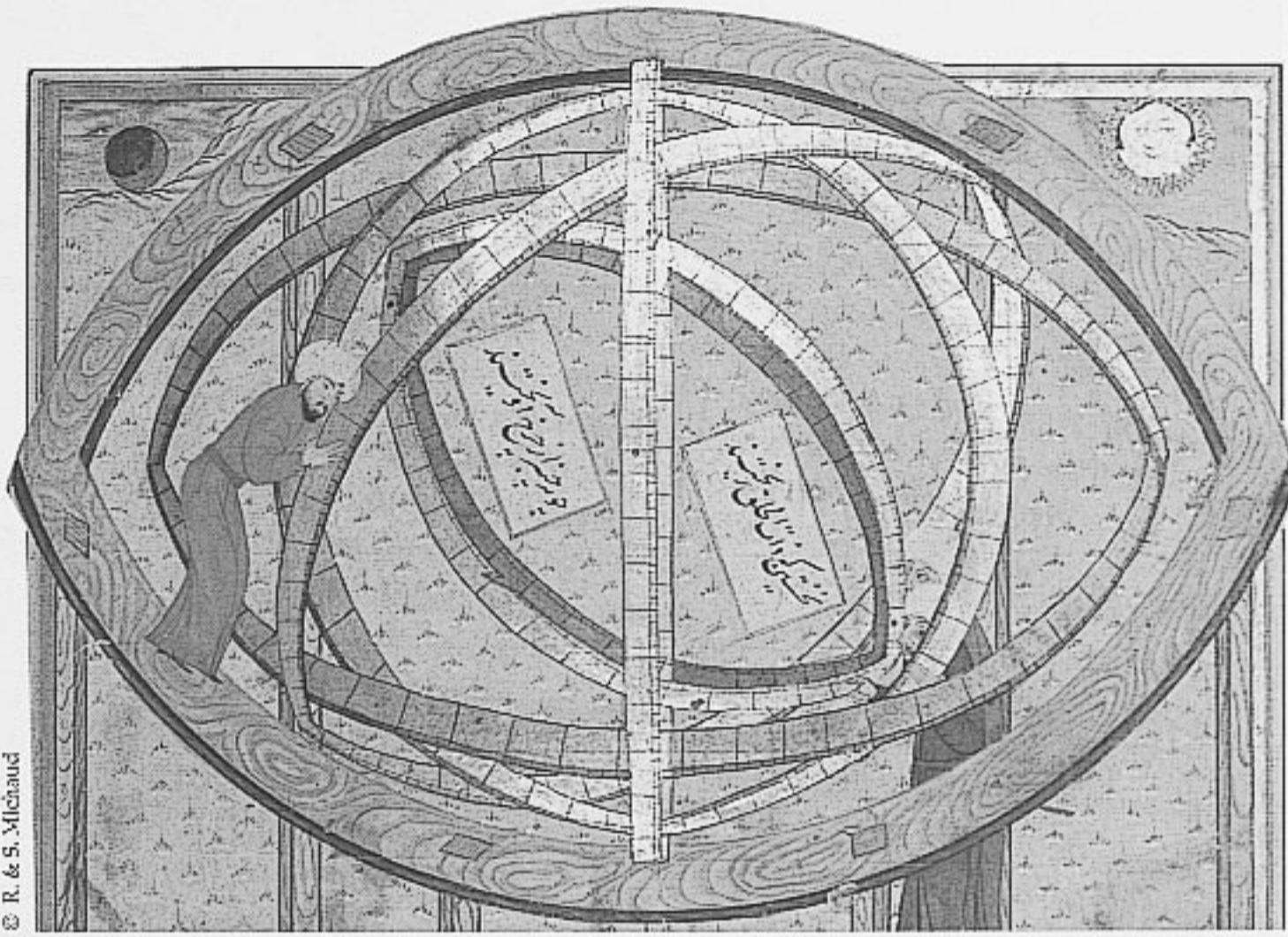
« L'étudiant en médecine doit toujours demeurer à l'hôpital et dans les maisons de santé; prêter attention et veiller aux conditions et circonstances où se trouvent les malades; accompagner les meilleurs professeurs de médecine; demander constamment aux malades leur état, et observer leur aspect afin de guetter les signes de ce qu'il a lu sur l'évolution de la maladie et ses symptômes. Si l'étudiant travaille ainsi, il obtiendra de bons résultats. Il convient donc, pour qui veut être médecin, de suivre cette méthode, d'acquérir les habitudes que nous avons dit et de ne rien laisser au hasard. »

Al-Majûsî



© G. Degorge

Les hôpitaux sont des centres de soin, disposant d'un personnel qualifié, médecins et infirmiers, ils possèdent en outre des pharmacies où sont préparés les médicaments. Bimârisan de Nâr al-Dîn, Damas



© R. & S. Michaud

Jâbir ibn Hayyân (vers 721-804), Geber, dans la forme latinisée est alchimiste. On lui attribue un immense Corpus, en grande partie apocryphe, sans doute composé de la fin du ix^e au début du x^e siècle. La théorie d'Ibn Hayyân s'éloigne de l'ésotérisme outrancier de ses devanciers grecs, et repose sur la doctrine aristotélicienne de la matière. Il élabora une théorie, dite « de l'équilibre » ou « de la balance », qui vise à obtenir un équilibre des natures.

Les frères Banû Mûssa (ix^e siècle), Les trois frères Muhammad, Ahmad et al-Hassan sont mécènes. Ils financent bon nombre de travaux scientifiques et de traductions. C'est à leur demande que seront traduits les deux traités d'Archimède : *De la sphère et du cylindre*, et *De la mesure du cercle*, œuvres connues d'Archimède traduites en arabe. Ils sont les auteurs d'un traité intitulé *Sur la mesure des figures planes et sphériques*, qui, traduit en latin par Gérard de Crémone, sera très largement diffusé et étudié en Europe, où il restera, jusqu'au xiv^e siècle, un texte d'enseignement.

Hunayn ibn Ishâq (808-873), traduit les textes grecs en syriaque qui était, jusqu'alors, la langue médicale puis de là vers l'arabe. Mais il n'est pas seulement traducteur, il compose des ouvrages originaux dans les principaux domaines de la médecine : *Introduction à la médecine*, le *Livre des dix traités de l'œil*, *De la préservation et du traitement des dents*... Son fils Ishâq ibn Hunayn se spécialise dans la philosophie et les mathématiques.

Thâbit ibn Qurra (836-901), Johannitus des Latins. Il illustre à merveille dans son œuvre, la diversité, l'esprit universel de ces savants. Il connaît parfaitement le grec, le syriaque — sa langue maternelle — et l'arabe. Il est traducteur mais aussi médecin, astronome et mathématicien. Son fils Sinân ibn Thâbit (mort en 943) deviendra le médecin officiel de plusieurs califes et dirigera des hôpitaux à Bagdad. Son petit-fils Ibrâhim ibn Sinân (mort en 946) est un des grands géomètres du début du x^e siècle. Il reprendra, plus élégamment que ne l'avait fait son grand-père, le calcul de l'aire du segment de la parabole.

Abû Abdallâh Muâmmad ibn Mûssa al-Khwârizmî (mort après 847). On a forgé, à partir de son nom latinisé (Algorismi), un nom commun : algorithme. Il compose entre 813 et 833 l'ouvrage qui fonde l'algèbre, et lui donne son nom, *Le Livre concis du calcul de l'algèbre et d'al-muqâbala*. C'est par ce livre que l'Europe s'initiera à l'algèbre, traduit en latin au xii^e siècle. Al-Khwârizmî est également l'auteur d'un traité d'arithmétique, postérieur à son Algèbre, lequel ne nous est parvenu que dans diverses versions latines.

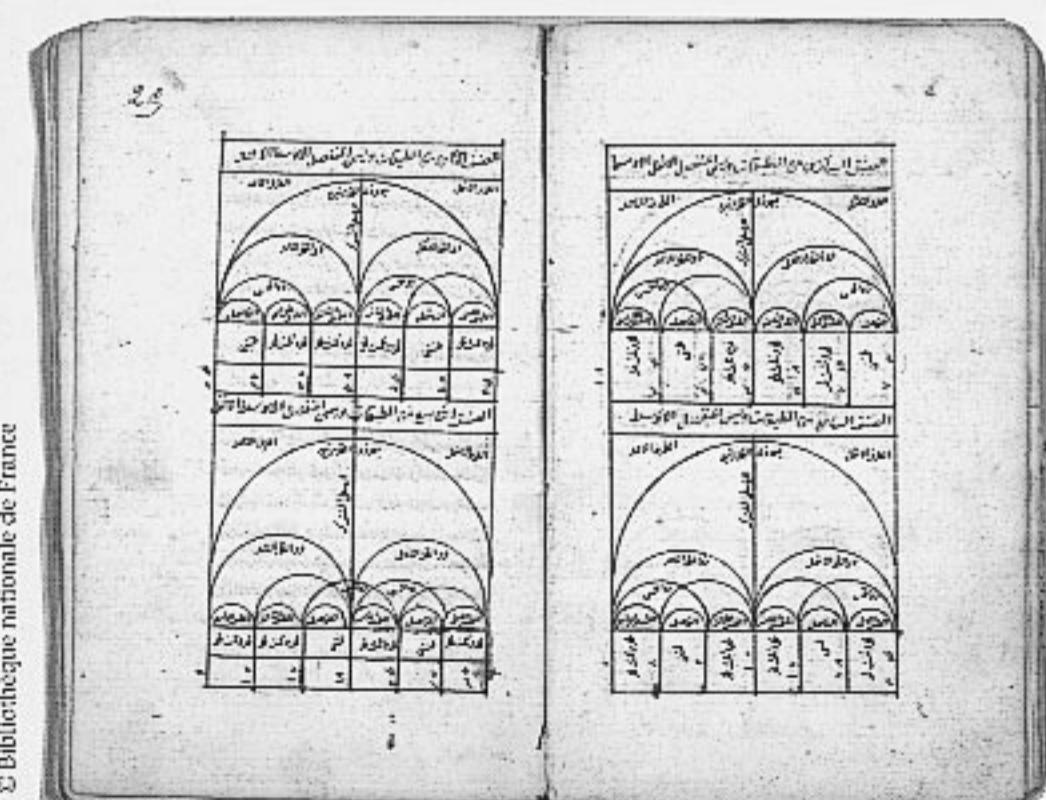
Yûhannâ ibn Massâwayh (mort vers 857), en latin Jean Mésoû. Il est un des tous premiers à écrire en arabe. Son œuvre comprend une quarantaine de traités sur l'anatomie, la physiologie, la pathologie, la thérapeutique, l'hygiène, la diététique, l'oculistique. Les trois quarts nous sont parvenus, le plus célèbre étant un recueil d'aphorismes connus en Occident dès le Moyen âge.

Les observatoires sont dotés d'instruments de grande taille (gyromètres, sphères armillaires, cadran solaire horizontal et vertical, règles de visées), afin de limiter les risques d'erreur. Astronome travaillant sur une sphère armillaire. Bibliothèque universitaire, Istanbul

« La musique est un des outils pour conserver et restaurer la santé. Elle varie selon les différences de caractère des nations.

Jadis cet art a été instauré pour attirer l'esprit vers les bonnes mœurs ; ensuite les médecins l'ont utilisé pour guérir les corps malades car l'effet de la mélodie sur un esprit dérangé est semblable à celui des médicaments sur un corps malade. »

Ibn Butlân



© Bibliothèque nationale de France

Kitâb al-adwâr, traité de théorie musicale de Safî al-Dîn al-Urmawî

LES SAVANTS

Les alchimistes sont à la recherche de l'élixir majeur, celui qui est capable d'effectuer toutes les transformations, en particulier la transmutation du plomb en or.
Traité d'alchimie d'al-Jâbir ibn Hayyân.
 British Library, Londres

وَهُنَّ مِنْ صَنْفَةِ دَانِيَالَ وَحَكَمَتْ وَسَارَتْ
 وَهُنَّ مِنْ صَنْفَةِ رَجُلِ عَرَبٍ يَانِ مَكْنَفٍ فَتَمَّ بِهِنْزِ الْخَسَرَ وَأَيْضُونَ
 وَهُنَّ مِنْ صَنْفَةِ دَانِيَالَ الَّذِي فِيهِ بِعْثَرَتْ رَهْبَانَ الْمَكَمَةَ مِنْ هَذِهِ
 الْمَوْنِينَ الَّذِي أَنَا الْأَكْبَرُ فَأَنْكِرْ عَلَيْهِ قَوْلَهُ وَقَالَ أَنْ كَتَبَ مَارِقَ تَنْفَذَ

Muhammad ibn Zakariyya al-Razi (vers 865-925), connu sous le nom latin de Rhazès. Médecin et alchimiste, il pratique une alchimie dans la tradition de Jâbir ibn Hayyân, en mettant davantage l'accent sur l'aspect expérimental. Son travail tendrait à être considéré comme de la protochimie plutôt que comme de l'alchimie. Il décrit avec précision des appareils et des opérations chimiques et classe les éléments de manière systématique, son travail aura des retombées en pharmacologie.

Bon clinicien accoucheur et chirurgien mais aussi opticien. Il donne la descriptions de maladies qui recevront par la suite un traitement chirurgical. Deux ouvrages font sa célébrité : *al-Hârîf* et *al-Mausûri*.

Asib ibn Said al-Kâtib al-Qurtubî (vers 918-980) rédige le traité le plus complet de ce qui est aujourd'hui appelé gynécologie-obstétrique. Il décrit les signes précurseurs de l'accouchement et la conduite à suivre, surtout quand l'enfant se présente par le siège ou le pied et non par la tête. Il montre aussi comment procéder à l'extraction d'un fœtus mort.

Abu al-Qâsim Khalaf idn Abbâs al-Zahrâwî (936-1013). Dans son ouvrage, *al-Tasrif*, ce médecin andalou, en latin Aboulcassis, consacre une grande part à la chirurgie où il traite de la luxation des articulations, des fractures, ouvertes ou fermées, de l'ablation des tumeurs les plus variées, de la ligature des vaisseaux et de diverses sutures des plaies. C'est un des premiers à donner une bonne description clinique de la lèpre. Aboulcassis décrit les spéculums utilisés pour examiner l'appareil génital féminin et pratique l'embryotomie et la céphalotripsy lorsque la vie de la mère est en danger et que le fœtus ne peut être sauvé.

Al-Birûni, Aliboron en latin, (962-1048). Il connaît l'arabe, le sogdien, le turc, le persan, le syriaque, l'hébreu et le grec, le sanscrit et divers dialectes de l'Inde. Il dirige lui-même des traductions en sanskrit d'Euclide et de Ptolémée. Auteur d'une œuvre immense, sa curiosité porte sur toutes les matières : mathématiques, astronomie, astrologie, cartographie (mesure du méridien terrestre), météorologie, minéralogie, botanique, pharmacologie, géographie, histoire des civilisations et de la philosophie. Il entretient une abondante correspondance avec divers savants, dont Ibn Sînâ.

Muhammad ibn al-Hassan ibn al-Haytham (Alhazm), (vers 965-1040). C'est à la fois un grand mathématicien, auteur entre autres d'un traité sur le volume des paraboloides, et un grand physicien. Son ouvrage d'optique, *Kitâb al-munâdhîr*, révolutionne la théorie de la vision et jette les bases des théories modernes. Il lui a valu le surnom de « Ptolémée des Arabes ». Traduit en latin à la fin du xii^e siècle (sous le titre *Trésor de l'optique d'Alhazm*) et en usage jusqu'au xvii^e siècle, cet ouvrage sera la principale source de Witelo, Kepler et Descartes.

Ibn Sînâ (Avicenne), (980-1037). Il est l'auteur d'une œuvre immense : plus de 200 titres, écrits principalement en arabe, mais également en persan – sa langue maternelle. De cette énorme production émergent deux monuments : son *Canon de médecine*, et sa *Sonne philosophique* (*al-Chijâ*, La Guérison), traduits en latin dès le début du xii^e siècle. Le *Canon* sera pendant plusieurs siècles la base des études médicales en Europe. Sa *Sonne philosophique*, qui embrasse la logique, la physique et la métaphysique, aura une influence décisive sur la scolastique médiévale au point de donner naissance à un « avicennisme latin ».

Ali ibn al-Abbâs al-Majûssi, (mort vers 982-995) connu aussi sous le nom de Haly Abbâs, son livre *Kâmil al-sînâ* ou *al-Kitâb al-mâlikî* (*Liber regius*) adopté comme manuel des étudiants en médecine, ne sera éclipsé qu'un siècle plus tard par le *Canon* d'Avicenne, ce qui ne l'empêchera pas d'être traduit intégralement par Etienne d'Antioche en 1127 et imprimé à Venise en 1492 et à Lyon en 1523. La célébrité d'al-Majûssi tient à son chapitre consacré à la chirurgie et traduit par le peu scrupuleux Constantin l'Africain, dès le xi^e siècle, et le fait connaître sous son nom, *Constantini Africani Operum Reliquia*.

'Umar al-Khayyâm, (1048-1131 environ) connu de son vivant comme mathématicien et astronome, son Traité d'algèbre en fait un des plus grands mathématiciens de son temps. Disciple d'Avicenne, il fut également médecin et philosophe. Ses œuvres scientifiques ou philosophiques sont rédigées en arabe, ses poèmes en persan car il est également l'un des plus grands poètes persans.



- BIBLIOGRAPHIE**
- ouvrages d'ordre facile
- Encyclopédie Universelle*, articles Islam : Les sciences dans le monde musulman, Averroès, Birûni, Avicenne, Râfi...
Histoire Générale des sciences, sous la direction de R. Talon, P.U.P., Paris 1966 : tome I, La Science antique et médiévale.
Mathématiques en Méditerranée, Éditeur / Musées de Marseille, Aix-en-Provence 1988.
Le monde de l'Islam. L'histoire et la culture musulmane de Mahomet à nos jours, sous la direction de B. Lewis, Bordas [Paris] / Elsevier Séquoia, Bruxelles, 1976.
 A. Y. al-Hassan et D. R. Hill, *Sciences et Techniques en Islam. Une histoire illustrée*, Éditions, Paris / UNESCO, Paris 1991.
 G. Ifrah, *Histoire universelle des chiffres*, Bouquin, Robert Laffont, Paris 1991
 A. Miquel, *l'Islam et sa civilisation*, Armand Colin, Paris 1977.
 R. Morelon, *les sciences dans le civilisation musulmane*, Confluent Paris 1996
 A.-M. Moulin, *Histoire de la médecine arabe*, Confluent Paris 1996
 J. Vernet, *Ce que la culture arabe aux Arabes d'Espagne*, Sindbad, Paris 1985
- et aussi**
- Dictionary of Scientific Biography*, C. C. Gillispie (dir) 16 tomes, New York 1970-1980.
Encyclopédie de l'Islam, Brill, Leiden.
Mathématiques et philosophie de l'Antiquité à l'Âge classique, édité par R. Rashed, éditions du CNRS, Paris 1991.
Science, médecine et société dans le monde arabe, dir. Elisabeth Longuenesse, Comprendre le Moyen-Orient / L'Harmattan, Paris, Maison de l'Orient méditerranéen, Lyon 1975
 A. Allard, *Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi, le cofondateur arabe*, Blanchard, Paris 1992.
Diophante, les Arithmétiques, Les belles lettres, Paris 1984.
 D. Jarjard et F. Micheau, *La médecine arabe et l'Occident médiéval*, Maisonneuve et Larose, Paris 1990
 P. Kraus, *Jâbir ibn Hayyân, contribution à l'histoire des idées scientifiques dans l'Islam*, Les belles lettres, Paris 1986.
 T. Goblot, *Les Quatiers, une technique d'acquisition de l'eau*, Mouton / E.I.E.S., Paris 1979.
 O. Khayyam, *Les Roumiales*, Seghers, Paris 1915.
 R. Morelon, *Thabit ibn Qurra, œuvres d'astronomie*, Les belles lettres, Paris 1987.
 S. H. Nasr, *Sciences et savoir en Islam*, Sindbad, Paris 1979
 S. H. Nasr, *Islamic Science, World of Islam Festival*, Sindbad, Paris 1985
 R. Rashed, *Entre arithmétique et algèbre, recherches sur l'histoire des mathématiques arabes*, Les belles lettres, Paris 1984.
 R. Rashed, *Shuruf al-Dîn al-Tûsi*, Ouvrages mathématiques, Les belles lettres, Paris 1986.
 R. Rashed, *Géométrie et algèbre au X^e siècle*, Les belles lettres, Paris 1986.
 R. Rashed, *Optique et mathématiques*, Variorum, Adelphi 1990.
 A.-P. Youschkevitch, *Les Mathématiques arabo-orientales (xii^e-xv^e siècles)*, Vrin, Paris 1976.