

# *Introduction à l'histoire des sciences : Antiquité & Moyen Age*

---

## *Le Monde Arabe*



Angel Bruceña  
([abrucena@yahoo.fr](mailto:abrucena@yahoo.fr))

Mai 2004

# Sommaire

---

- Panorama de la civilisation arabe
- Caractère de la science arabe
- L'astronomie
- Les mathématiques
- La physique
- La géographie
- La biologie et la médecine
- L'alchimie et la chimie
- En bref
- Pour aller plus loin



# Panorama de la civilisation arabe

- Mahomet (VI siècle) *Muhammad « le Loué »*
  - Religion l'Islam « *soumission à la puissance divine* »
- Conquête très rapide
  - 100 ans
  - Arabie





# Panorama de la civilisation arabe

622/750	Période des conquêtes. Califat des Omeyades (Damas).
750/936	Califat des Abbassides (Bagdad). Califes Mansur, Harun al-Rashid, Al-Ma'mun. Développement des arts et des sciences.
936/1055	Domination des shi'ïtes iraniens (dynastie des Buyides).
909/1171	Règne des Fatimides en Afrique et en Égypte (Le Caire). L'Égypte reconquise par Saladin (1171).
756/XIe siècle	Califat Omeyade de Cordoue. Apogée de l'Espagne musulmane. Prise de Cordoue par les Chrétiens (1236).
1055/v. 1258	Règne effectif des Turcs Saljûqides en Orient (le sultan règne au nom du calife). Dernier calife exécuté par les Mongols (1258).
XIIIe- XIVe siècle	Domination des Mongols en Orient. États Saljûqides vassalisés.
XIVe siècle/1918	Formation de l'empire Ottoman (Turcs): Balkans, Iraq, Afrique du Nord. Prise de Constantinople (1453). Siège de Vienne (1682).

# Caractère de la science arabe ...

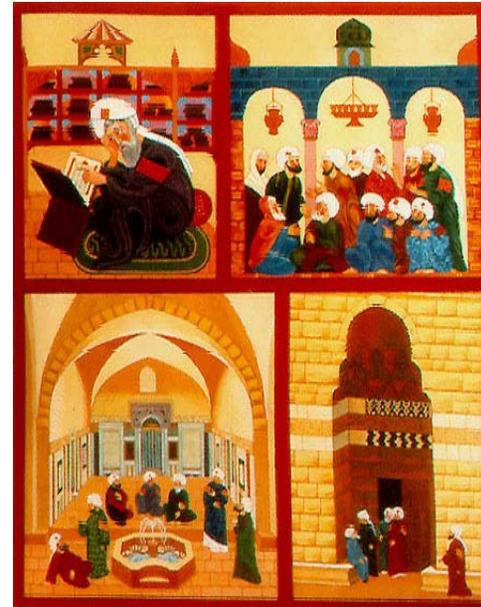
---

- Science écrite en arabe
  - savants persans, juifs,...
- Favorable au développement des sciences :  
Coran
  - « Celui qui chemine à la recherche de la science [‘ilm], Dieu chemine avec lui sur la voie du paradis »
- Science arabe le prolongement de la science grecque
  - mentalité plus pratique
  - traduction du grec vers l’arabe



# Caractère de la science arabe ...

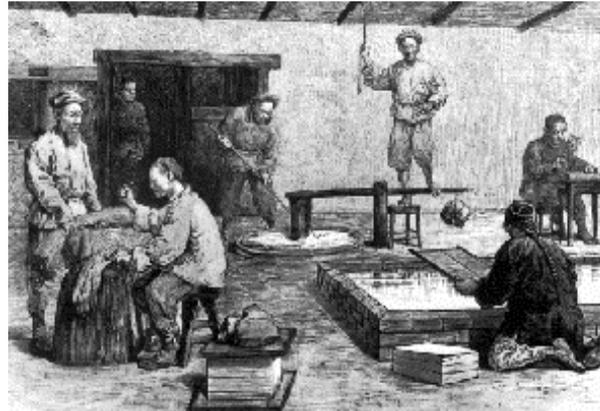
- Calife Al-Ma'mun (IX siècle) : Foi et raison
  - Création des institutions Bayt al-Hikma « Maison de la Sagesse »
    - corps complet de traducteurs
- Construction des observatoires astronomiques et bibliothèques
  - (Cordoue – 40 000 volumes)
- Développement de la science arabe
  - Mésopotamie : VIII – XI siècle
  - Espagne et Egypte : X - XII siècle
  - Samarkand : XIII-XV siècle



# Caractère de la science arabe ...

---

- Rôle important
  - transmission des connaissances grecques et indiennes
  - Commentaires des textes antiques,
  - Nouveaux résultats : mathématiques et médecine
- Développement du papier



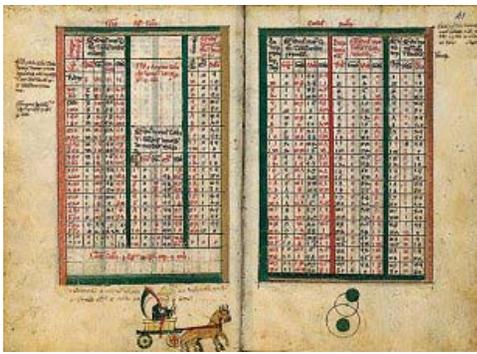
# Caractère de la science arabe :

## Héritages et échanges

---

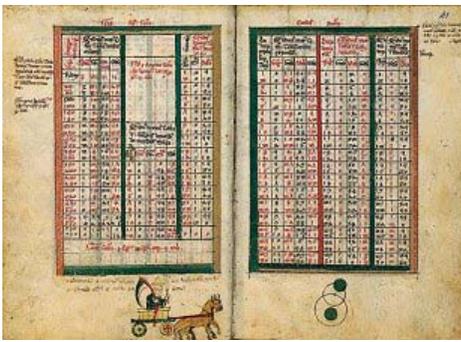
- Traduction des textes grecs
  - Platon
    - République, Timée, ...
  - Toute l'œuvre d' Aristote
    - Les Catégories, La logique, La Rhétorique, Métaphysique, Physique, Du ciel,...
  - Ptolémée,
  - Euclide
  - ...
- Textes orientaux
  - Chine : procédés de calcul, (papier),
  - Egypte : techniques d'arpentage,
  - Mésopotamie : observation astronomique





# Astronomie

- Parmi les sciences mathématiques
  - « science de l'univers »
    - ('ilm alhay'a)
  - « science des sphères célestes »
    - ('ilm al-flak )
- Etudier les mouvements apparents des astres
- Donner une interprétation géométrique



# Astronomes : période, lieux

- Tolède/Cordoue (XI, XII siècle)

- al-Zarqali,
- ibn Rushd « Averroès »,
- al-Bitruji

- Arménie (X siècle)
  - al-Biruni,

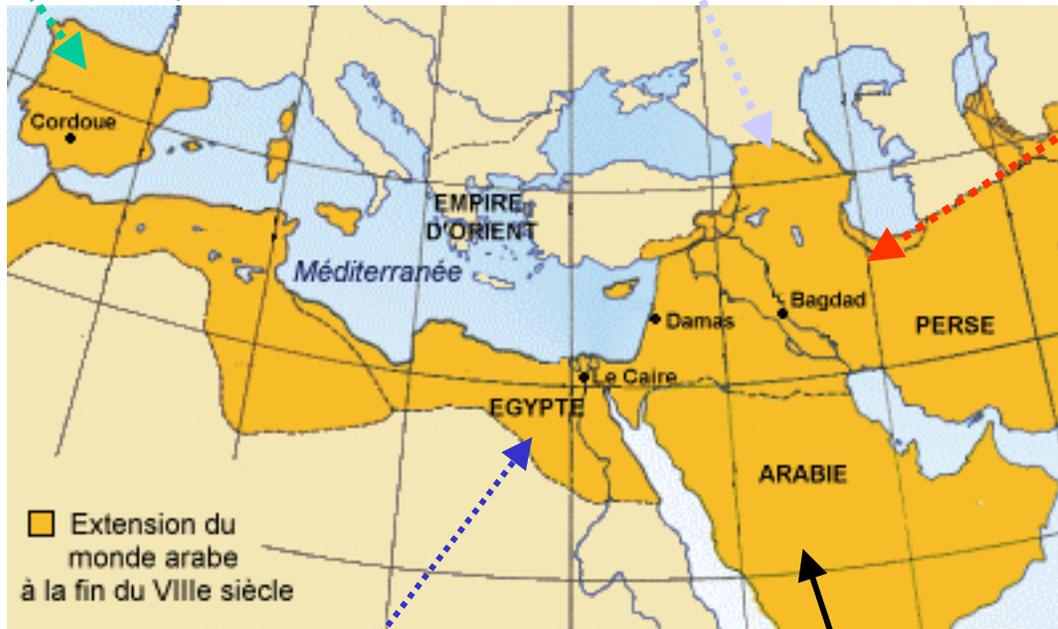
- Iran (IX, X siècles)

- al-Buzjani,
- al-Sufi

- Bagdad (IX, X, XI siècle)
  - al-Khwarizmi,
  - al-Farghani,
  - Tabit ibn Qurra,
  - al-Battani,
  - Omar Khayyami

- Samarkand (XIV, XV siècle)

- Ulugh Beg



- Egypte (X siècle)

- al-Haytam
- ibn Yunus,

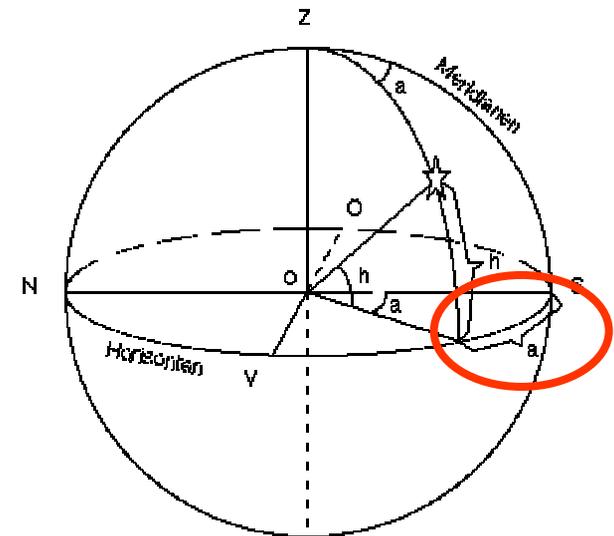
- Arabie (IX siècle)

- Abu Ma'shar ,



# al-Khwarizmi (Bagdad ~ 780/ ~ 850)

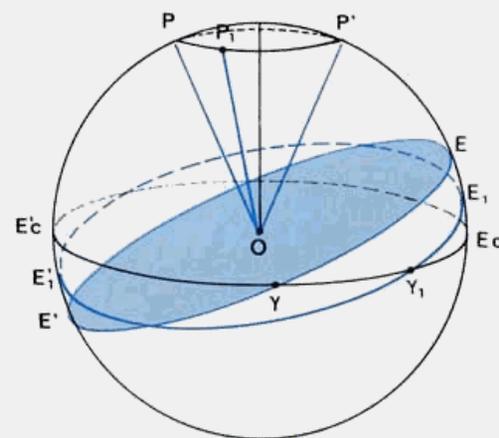
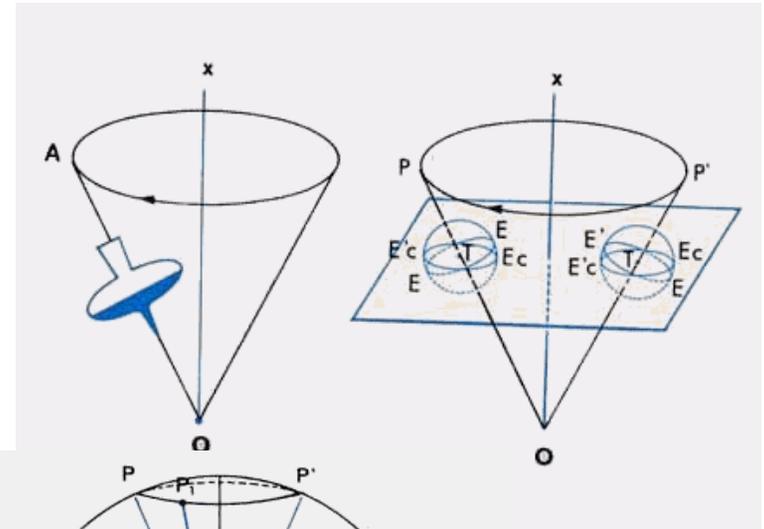
- Traduction l' *Almageste* (Ptolémée)
- Elaboration tables astronomiques (position des planètes et étoiles)
  - *Zij al-sindhind* (à partir des tables hindoues)
- Livre sur l'astrolabe grec
  - « preneur des étoiles »
  - mesure de « azimut »



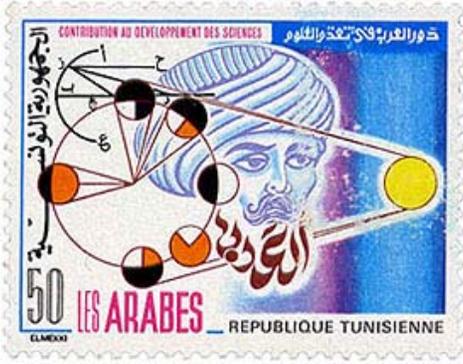


# Tabit ibn Qurra (Mésopotamie – 836/901)

- Maison de la Sagesse
- Connaissances : grec, syriaque et arabe
- Cadran Solaire
- Etude du mouvement des astres
  - soleil, lune
- Précession des équinoxes



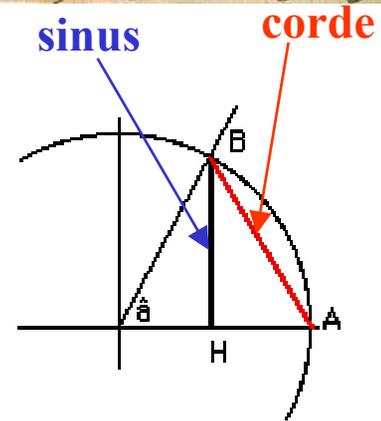
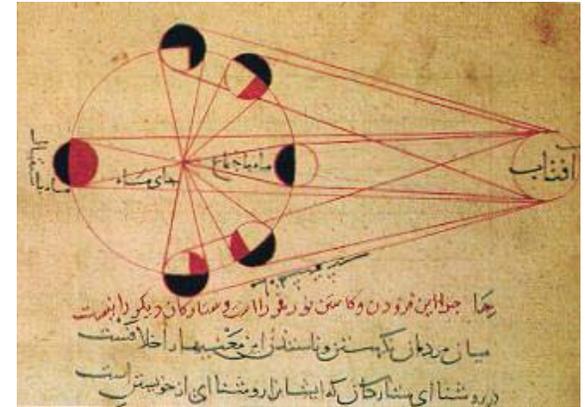
*A deux positions  $OP$  et  $OP_1$  de l'axe du monde correspondent deux positions de l'équateur, donc deux points :  $\gamma$  et  $\gamma_1$ .*

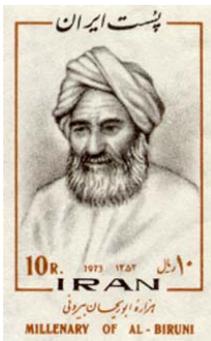


# al-Battani (Bagdag ~858/929)

- « Ptolémée Arabe »
- Observation des éclipses
- Livre de tables astronomiques
  - **Kitab al-Zij** (corrections de Ptolémée)
  - Reprise des demi-cordes « indiennes »
  - transformation mot indien corde *jiva*
    - *djiba* : en arabe repli, poche
    - traduction latine 1150 : G. de Crémone
      - *sinus* : « pli, cavité »

➤ techniques mathématiques seront réutilisées par Copernic, Brahe, Galilée, Galilée, Kepler





# al-Biruni (Arménie 973/1048)

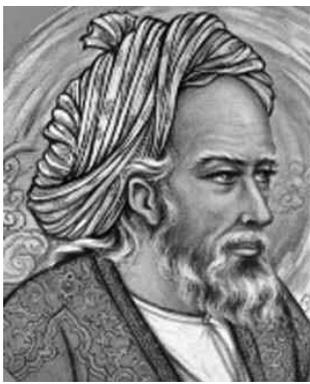
---

- Jeune prodige à 17 ans
  - graduation d'un cadran solaire
    - (précision 0.5 degré)
- Géographie astronomique
  - mesure longitude (distance au méridien) à partir des mesures astronomiques)
- Connaissance d' Avicenne
- Savoir encyclopédique
  - 13 000 pages de textes techniques

# Astronomes ....



- ibn Yunus  
(Egypte 950/1009)
  - Observatoire astronomique
    - astrolabe en cuivre 1,40 m de diamètre
  - Les Grandes Tables astronomiques d'Al-Hakim (calife)
    - 81 chapitres, (plus vaste *zij* Al-Battani)
    - observations personnelles et ses prédécesseurs
    - un peu d'astrologie
      - prédire la mort du calife !!!
  - Ouvrage détermination des heures des prières (soir, crépuscule, matin, midi)
- al-Zarqali (Tolède XIè siècle)
  - Horloges et instruments astronomiques
    - Horloges à eau très complexes (mesures des mouvements de la lune)
  - *Les Tables Tolédances* (identiques à celles al-Khwarizmi)
  - Epoque des bouleversements sociaux et politiques
    - Invasion Almohades



# Omar Khayyami (Iran XI siècle)

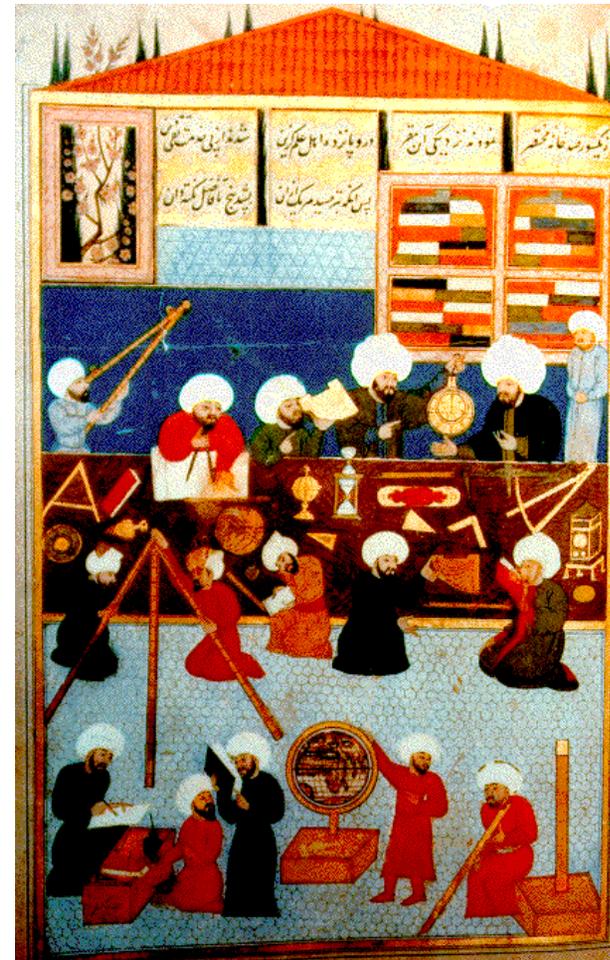
---

- Invasion par les Turcs
- Protecteur « sponsor » à Samarkand
- *Les Tables astronomiques Malikshah*
  - positions et grandeurs des étoiles
- Reforme du calendrier
  - taux erreur : 1 jour / 5 000 années
- pas de confiance en astrologie



# al Tusi (Damas XII siècle)

- Invention du astrolabe « linéaire »
  - appareil simple
  - baguette en bois graduée et fil de plomb
  - un mateur pouvait le monter
  - mesure altitudes étoiles
  - direction de la Mecque



# Astronomes : Cordoue (XI siècle)

---

- ibn Rushd /Averroès (1126-1192)
  - « le Commentateur d’Aristote »
  - Connaissances « encyclopédique »
    - Astronomie, Physique, Logique, théologie, médecine,...
  - Grand penseur :
    - grande influence sur la pensée médiévale
  - Mouvement uniforme et régulier des corps célestes
    - opposition aux mouvements excentriques de Ptolémée
    - sphères concentriques d’ Eudoxe
- al-Bitruji /Alpatragius (XII siècle)
  - Interprétation des mouvements de Ptolémée
  - mouvement hélicoïdal des étoiles
  - auteur souvent cité par Albert le Grand, Bacon,...



# Astronomes : Samarkand ...

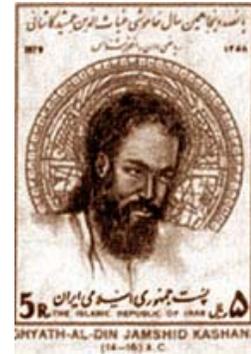
---

- Ulugh Beg (1394-1449)
  - le « grand prince »
  - petit fils de Tamerlan (mongol)
  - Fondateur *medersa* (IESA)
  - Constructeur d'un observatoire
    - sextant de 50 m
      - $1^\circ \Rightarrow 70 \text{ cm}$
      - $1' \Rightarrow 12 \text{ mm}$
      - la meilleure précision de l'époque
  - Tables astronomiques
    - *Zij-i Gurgani* : très précises



# Astronomes : Samarkand ...

- al-Kashi (Iran XVe siècle)
  - « homme de science remarquable »
  - Calcul  $\pi$  (16 décimales)



# Conclusion Astronomie arabe

---

- Consolidation et perfectionnement de l'astronomie Grecque
  - Instruments : astrolabe,
  - Tables astronomiques précises

# Les mathématiques ....

---

- Introduction des chiffres hindous
  - *cifra* (latin médiéval) de l'arabe *sifr* : « vide »

0	1	2	3	٤	٥	6	7	٨	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

- Art mathématique
  - Algèbre,
    - *al-jabr* (arabe)
      - « réparation; remise en place des os »
      - en espagnol ancien : le rebouteux est appelé *algebrista* (Don Quichotte)
      - « réduction de l'arithmétique à une forme plus parfaite »
  - Trigonométrie
    - *trigonos* : « triangle »; *metron* : « mesure »
    - 'géométrie' appliquée à l'étude du Monde (terre, Soleil,...) et leurs mouvements

# Les mathématiques ....

---

- Thabit ibn Qurra (Mésopotamie IX siècle)
  - Traducteur d' Archimède, Apollonius, Euclide
  - Théorie des nombres
    - Nombres parfaits : égal à la somme des ses diviseurs
      - ex.  $6 = 1 + 2 + 3$
    - Nombre amicaux : la somme des diviseurs de l'un égale l'autre.
      - Exemple : 220 et 284
        - » Somme des diviseurs de 220 :  $1 + 2 + 4 + 5 + 10 + 11 + 20 + 22 + 44 + 55 + 110 = 284$
        - » Somme des diviseurs de 284 :  $1 + 2 + 4 + 71 + 142 = 220$
  - Ouvrage de géométrie : *Les Données*
    - grande influence pendant le moyen âge



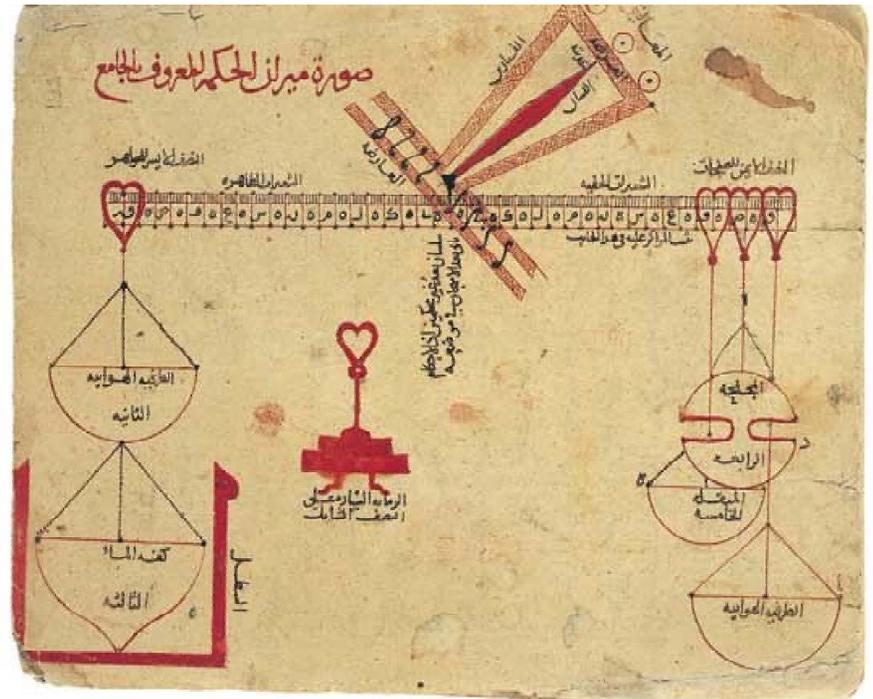


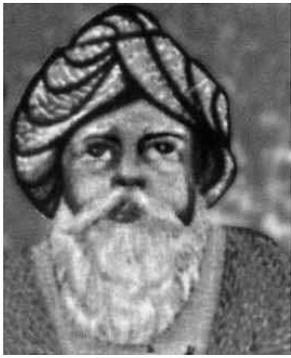
# Les mathématiques : Al-Khwarizmi

- Al-Khwarizmi « père de l’algèbre »
  - *Bref ouvrage sur le calcul d’al-jabr et d’al-muqabala* (825)
    - Exemple :  $2x^2 + 100 - 20x = 58$
    - **al-jabr** : neutralisation, ajouter un même terme aux deux membres
      - ex :  $2x^2 + 100 = 58 + 20x$  (ajoutant  $20x$  aux deux membres)
    - **al-muqabala** : confrontation, réduire les termes semblables des deux membres
      - ex :  $2x^2 + 42 = 20x$  (réduire les termes (100, 58) deux membres)
      - ex :  $x^2 + 21 = 2x$  (division par 2)
    - Toutes les équations (1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> degré) sont ramenés à des formes simples
      - des carrés égale à la racine :  $ax^2 = bx$
      - des carrés égale à un nombre :  $ax^2 = b$
      - ...

# La physique

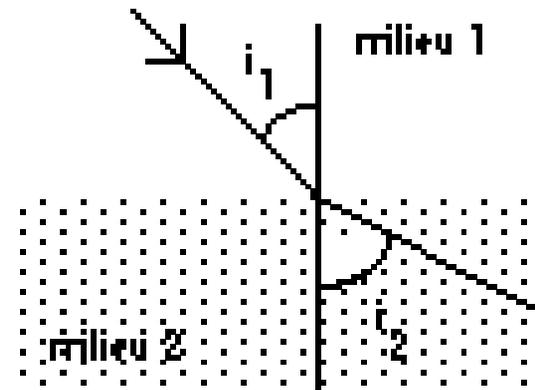
- Optique
  - Ibn al-Haytham
- Mécanique :
  - Thabit ibn Qurra
    - traduction d'Archimède (Leviers, poulies, balances,...)
  - AL-Khazini
    - *Livre de la balance et de la sagesse : Kitab Mizan al-Hikmah*





# al-Haytham (Alhazen) (Caire 965/1039)

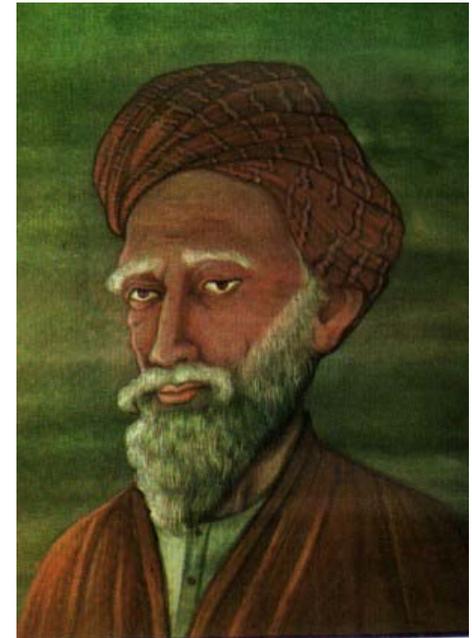
- Optique : « Père de l'optique »
  - *Kitab al-Manazir* – L' Optique (7 volumes)
  - « physique des rayons »
  - lumière chose émise par les sources
    - « source primaire » : ligne droite
    - « source secondaire » : en forme de sphère
  - redécouverts par Huygens 6 siècles plus tard
  - théorie sur les couleurs
  - Vision : nerf optique et connexion su cerveau
  - le premier à décrire les lois de la réfraction
    - redécouverts par Kepler et Descartes (XVII siècle)





## Géographie ...

- Maison de la Sagesse – Bagdad (IX siècle)
  - al-Farghani
    - *Géographie de Ptolémée*
  - al-Khwarizmi
    - *Livre de la forme de la terre*
      - longitudes, latitudes, climats,...
- al-Mas'udi ( Bagdad X siècle)
  - Voyageur du monde islamique (Inde et Afrique orientale)
  - savoir : expérience et observation
  - environnement géographique influence la vie animale et végétale
  - Critique des croyances « terra incognita » de Ptolémée
  - un grand penseur de l'islam médiéval





# Géographie

- al-Idrissi (Cordoue XII siècle)
  - Voyages : Asie Mineure, Maroc, Espagne, France Angleterre,...
  - Roger II (roi normand de Sicile) commande une carte
    - « collaboration arabo-normande »
  - Compendium géographique
    - cartes des « mondes habités »

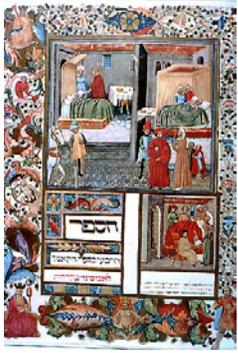


# La biologie

---

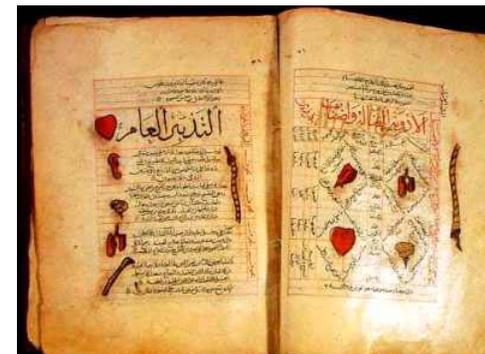
- Jabir ibn Hayyan (IX siècle)
  - traductions d' Aristote
- al-Dinawari (IX siècle)
  - *Le Livre des Plantes*
- al-Kindi et al-Farabi (X siècle)
  - encyclopédies générales (zoologie)
- al-Farisi (XIV siècle)
  - *Grand Livre sur la vie des animaux*
  - grand compendium zoologique





# La Médecine ...

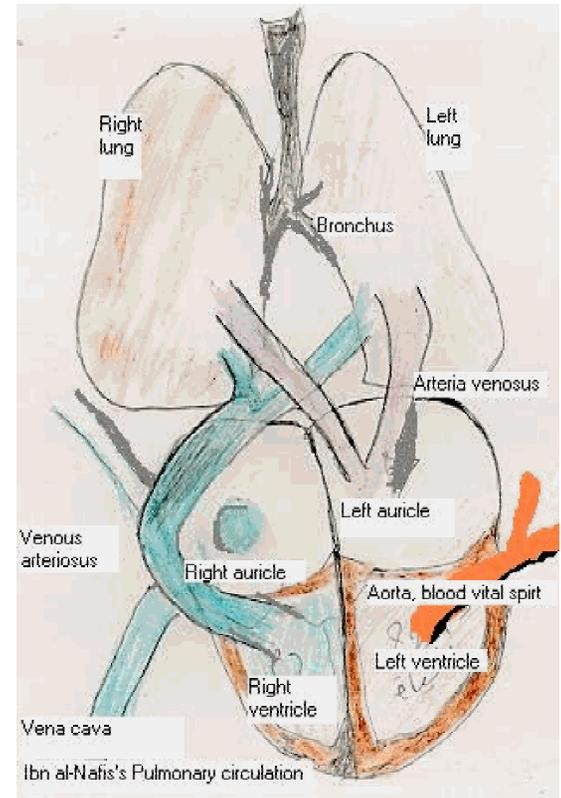
- al-Razi « Rhazès » (Iran X siècle)
  - Directeur Hôpital de Ray
  - Vision égalitaire de l'homme
  - *Les Supercherries des prophètes*
    - sur les miracles
  - Conception atomiste (Démocrite)
  - Manuels de médecine
    - petite vérole, la rougeole
- Abdallah ibn Sina « Avicenne » (Iran X siècle)
  - « Galien de l'Islam »
  - *Canon encyclopédique*
  - philosophe
    - synthèse Coran et Aristote





# La Médecine

- Ibn al-Nafis (Damas XIII siècle)
  - expert en droit religieux
  - *Manuel Complet de l'art de la médecine*
    - 80 volumes des notes et 300 volumes de sa bibliothèque
    - chirurgie, techniques chirurgicales et postopératoires
  - **découverte de la petite circulation**
    - correction de l'erreur de Galien sur le passage du sang d'un côté du cœur à l'autre
    - 3 siècles avant Miguel Serveto « Servet » ( XVI siècle)





# L'alchimie et la chimie ...

- Alchimie

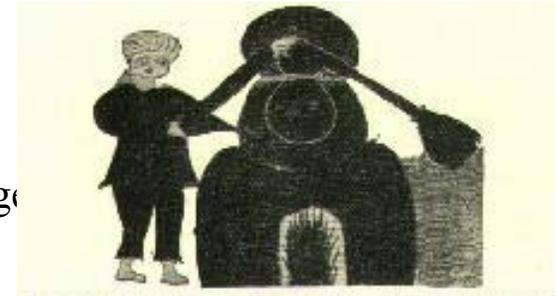
- mélange de science, art et magie
- ébauche de la chimie
- minéraux et métaux : symboles du mode cosmique
  - signe Soleil : OR *Au*
  - signe Lune : ARGENT *Ag*
  - signe Mercure : MERCURE *Hg*
  - signe Vénus : CUIVRE *Cu*
- Jabir ibn Hayyan (IX siècle)
  - interaction forces terrestres et cosmiques





# L'alchimie et la chimie ...

- al-Razi
  - *Le Livre des secrets & Le Livre du secret des secrets*
- ibn Sina et al-Farabi (X siècle)
  - études sur les élixirs
- al-Kathi (XI siècle)
  - *Ain al-san'a wa awn-al-sana'a* « guide de l'appareillage
- Quelques termes
  - alambic, amalgame, alcool, alcali,..
- Quelques Produits
  - Sel ammoniac :  $\text{Cl NH}_4$
  - Salpêtre :  $\text{KNO}_3$
  - Vitriol :  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - ...



➤ bases de la proto chimie

# En bref

---

- Les arabes ont fait plus que transmettre la science
  - Développement de l'esprit critique
    - confronter les concepts grecs à l'expérience
  - Grandes contributions en
    - astronomie, chimie, mathématiques, ...
    - médecine , développement des premiers grands hôpitaux et formation des jeunes médecins
- Rayonnement scientifique qui sera transmis à l' Occident

# Pour aller plus loin

---

- **Livres**

- Histoire Mondiale des Sciences, Colin Ronan, éditions du Seuil
- Dictionnaire de Mathématiques élémentaires, Stella BARUK –Seuil
- Une histoire de la science arabe – A. Djebbar – Editions du Seuil
- La science antique et médiévale, René Taton, PUF.
- Historia de la ciencias – tome 1, Stephen F. Mason, Alianza Editorial

- **History of Mathematics**

- <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Indexes/Arabs.html>

- **Sites sur la science arabe**

- <http://www.muslimheritage.com/features/default.cfm?ArticleID=216>
- <http://www.jamil.com/personalities/index.shtml#pos19>
- <http://www.levity.com/alchemy/islam17.html>

# Prochaines étapes ...

---

- Le Monde Occidental Chrétien