

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

---

## *L'Inde*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
१	२	३	४	५	६	७	८	९	०
Nagari numerals around 11th century A.D.									

Angel Bruceña  
(abrucena@yahoo.fr)  
Avril 2004

# Sommaire

---

- Caractéristiques de la science
- Astronomie
- Mathématiques
- Chimie et physique



# Caractéristiques de la science ...

- Histoire des sciences très longue
- Vers –1500 (age de fer), invasion par les **aryens védiques**
  - Langue sanskrit « *latin de l'Inde* »
  - Textes sacrés : **Vedas** « *savoir* »
    - Données médicales et physiologiques dans *Rgveda*, *Atharvaveda*
- Puis vers –1000 les **Brâhmana**
  - *Aranyaba* et *Upanishad* :
    - méditation sur les réalités observées, recherche des lois
      - esprit scientifique : transformer le sensible en intelligible
      - soumettre la nature à la raison

~ –2500/ – 1500	Civilisation de l'Indus. Mohenjo-dâro, Harappâ.
–1500/ – 1000	Invasion des Aryens védiques. Rédaction des Védas.
–1000/ ~ –500	Rédaction des Brâhmana.
~ –500/ – 326	Domination des Perses au N.-O. Bouddha (-560/-480).
~ –320/ – 176	Unification : empire des Maurya. Asoka (-269/-232). Période classique.
~ –176/320	Morcellement.
320/550	Unification : empire des Gupta.
550/1206	Morcellement. IXe/XIIe : influence en Asie du sud-est. Influence croissante de l'Islam.
1206/1526	Domination du sultanat de Dehli (1206/1526).
1526/1858	Empire Mogol. Domination progressive des Occidentaux. Les Anglais dominent à partir de 1763.



# Caractéristiques de la science

---

- Période **Bouddhique** (vers –500)
  - *Jyotishavedanga* : « élément astronomique du savoir)
- Religion Indouisme
  - grand nombre des dieux
  - Univers menacé par le chaos
- Mathématiques et astronomie et religion liés



## L' Astronomie ...

- Observation du ciel (-XV siècle)
  - Course du soleil et de la lune
  - Recension des 27 constellations
    - Pléiades, Castor, Pollux, Antarès, Véga,..
- Calendrier « védique »
  - 360 jours (12 mois de 30 jours)
  - Périodes cosmiques : 10 800 et 432 000 ans



## L' Astronomie ...

- Domination perse (-V siècle)
  - influence mésopotamienne
  - Mot **Inde** : perse *Indu*, sanskrit *Shindu* « Fleuve »
- Domination grecque – Expédition Alexandre (-II siècle)
  - données astronomiques grecques
  - approche plus mathématique
  - Traité astronomie *Sûryasiddhânia* « Solution du Soleil » (IV siècle)
    - aide-mémoire d'enseignement – 14 chapitres
    - mesures du temps, origine de la trigonométrie « sinus », les méridiens, points cardinaux, équinoxes, solstices, mouvements planétaires, ...
  - memento pour savants



# L' Astronomie ...

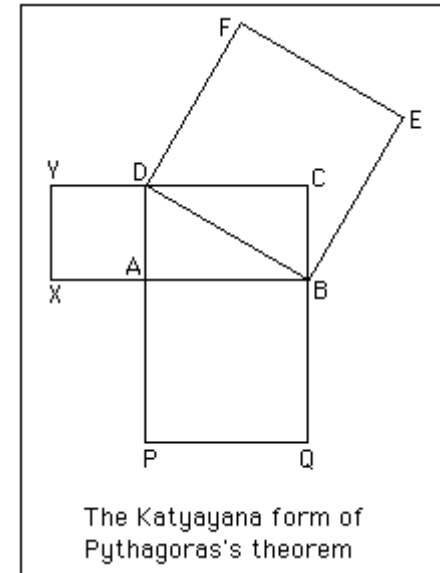
- Âryabhata I<sup>er</sup> (V siècle)
  - mesures de la lune et Soleil plus précises
  - inspiration de l' Almageste (Ptolémée)
  - rotation de la Terre
  - longs cycles de temps : toutes les astres la même position
    - « Age d' Or » : 1 728 000 ans
    - « Age d'argent » : 1 296 000 ans
    - « Age de fer » : 432 000 ans
- Brahmagupta (VII siècle)
  - Traité *Khandakhadyaka*
  - Formation d'un école
  - transmission à la science arabe (al-Biruni)





# Les Mathématiques ...

- Textes Védiques « construction d 'autels »
  - Appendices « Sulbasutras »(-XV/-V siècle)
    - Résolution des problèmes géométriques
    - Manuels de constructions
      - cercles, quarrés, rectangles,...
    - Théorème de Pythagore
      - « Triples de Pythagore »
        - » ex: (5, 12, 13), (12, 16, 20), (8, 15, 17), (15, 20, 25),  
(12, 35, 37), (15, 36, 39), ( $5/2$ , 6,  $13/2$ ), ...
  - Valeur de  $\pi = 3.088$  (pas terrible !)
  - Valeur de  $\sqrt{2}$ ,
    - $\sqrt{2} = 1 + 1/3 + 1/(3 \times 4) - 1/(3 \times 4 \times 34) = 577/408$
    - $\sqrt{2} = 1,414215686$  (**5 décimaux exactes**)







# Les Mathématiques ...

- Textes Védiques : « Jainas » (à partir -VI siècle)

- thèmes :

- théorie des nombres, opérations, équations (simples, cubique, quartique), permutations,..

- « Cosmologie »

- Idée de « **l'infini** » : grand nombres



- période  $2^{588}$  années
- $2^{588} = 1013\ 065324\ 433836\ 171511\ 818326\ 096474\ 890383\ 898005\ 918563\ 696288\ 002277\ 756507\ 034036\ 354527\ 929615\ 978746\ 851512\ 277392\ 062160\ 962106\ 733983\ 191180\ 520452\ 956027\ 069051\ 297354\ 415786\ 421338\ 721071\ 661056.$

- Calcule des racines carrées successives

- $(\sqrt{a}) (\sqrt{\sqrt{a}}) = (\sqrt{\sqrt{a}})^3$
- $(a^{1/2}) (a^{1/2\ 1/2}) = a^{1/2} a^{1/4} = a^{6/8} = a^{3/4}$

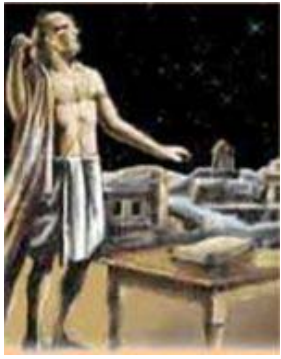


# Les Mathématiques : nombres

- Dépendants de l'astronomie
    - longs cycles => grandes chiffres :  $10^8$ , ..
  - Système décimal positionnel
    - base 10 (les premiers)
    - concept du zéro
- al-Biruni 1020 visite l' Inde
    - transmis par les arabes
    - à Occident

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
१	२	३	४	५	६	७	८	९	०
Nagari numerals around 11th century A.D.									

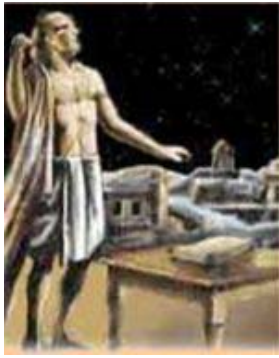
zéro



# Mathématiciens : Âryabhata I<sup>er</sup> (476-550) ...

- *Aryabhatiya* (petit traité d'astronomie en 118 vers)
  - 66 formules mathématiques sans preuve,
  - 25 vers décrivant des modèles planètes,
  - 50 vers sur la sphère et les ellipses
  - Solution des équations (périodes des planètes)
    - $by = ax + c$  ;  $by = ax - c$ , où  $a, b, c$  (entiers)
  - Nombre  $\pi$   
$$\pi = \frac{62832}{20000} = 3.1416$$
  - Estimation de la circonférence terrestre
  - Terre tourne autour du soleil
  - Orbites des planètes
    - Ellipses => Kepler (XVI siècle)

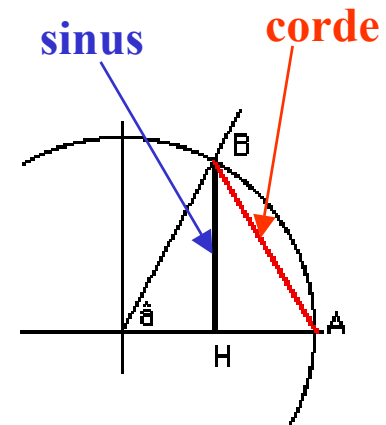




# Mathématiciens :

## Âryabhata I<sup>er</sup> (476-550)

- Représentation grands nombres  $\Rightarrow 10^{18}$ ,
- Inventeur du futur **sinus**
  - remplaçant les cordes grecque par la demi-corde « ardha-jyâ »
  - base de la trigonométrie Arabe (voir al-Battani « Ptolémée arabe » IX siècle)
  - Gérard de Crémone (XII siècle)
    - transforme jyâ  $\Rightarrow$  djiba, djayb « repli, cavité »  $\Rightarrow$  **sinus** (Erreur de traduction)
- Table des **sinus** ( $0^\circ - 90^\circ$ )



30 à 35°

Degrés minutes	sin	Δ	tg	Δ
30°	0,500 000		0,577 35	
30° 10'	02 517	2 517	81 24	3 89
30° 20'	05 030	2 513	85 13	3 89
30° 30'	07 538	2 508	89 05	3 92
30° 40'	10 043	2 505	92 97	3 94
30° 50'	12 543	2 500	0,596 91	
		2 495		3 95
31°	0,515 038		0,600 86	
31° 10'	17 529	2 491	04 83	3 97
31° 20'	20 016	2 487	08 81	3 98



# Les Mathématiques, Astronomie

- Brahmagupta (598/660)

- Invention et algèbre du zéro

- $a - 0 = a$ ,
- $a \times 0 = 0$ ,
- $0 / 0 = 0$
- $-a - 0 = -a$ ,
- $0 \times 0 = 0$

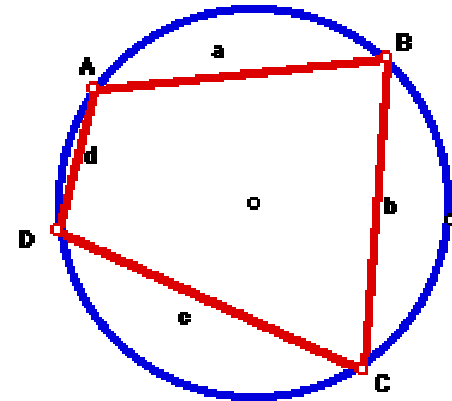
1er siècle		-	=	≡	×	÷	+	?	!
2ème siècle	0	1	2	3	4	5	6	7	8
7ème siècle	०	१	२	३	४	५	६	७	८

- Aire du quadrilatère (p : demi périmètre)

- $A = \sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}$

- Astronomie

- Année :
  - 365 days 6 hours 5 minutes 19 seconds



# Les mathématiques : ouvrage de référence

- Bakhshali - manuscrit (200 à 500 )

- Arithmétique , algèbre, géométrie,...

- exemple :

3	1+
4	2

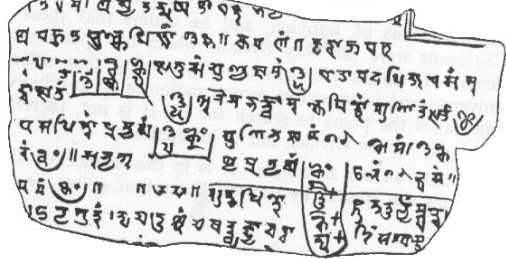
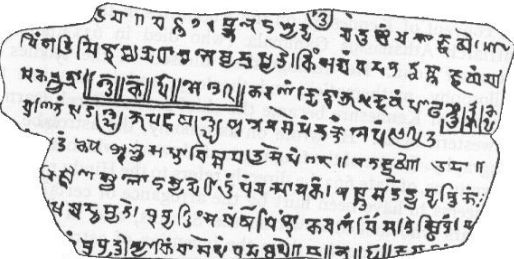
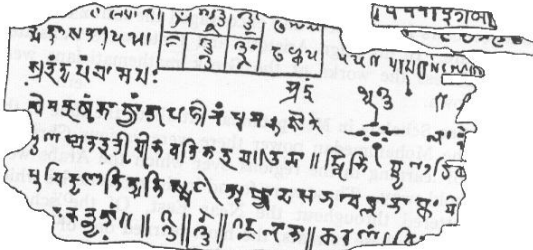
means 3/4 minus 1/2

- Problèmes (mise en équation)

- salaires, achats/vente,...

- Calcule des racines carrées – Formule grande précision

- $\sqrt{Q} = (A^2 + b) = A + b/2A - (b/2A)^2/[2(A + b/2A)]$ 
  - $Q = 41 (A=6, b=5)$
  - $\sqrt{41} = 6.403124237$  (précision  $10^{-5}$ )



# Chimie et physique

---

- Fusion du fer (-1050/-950)
  - colonnes :
    - 7m hauteur, 40 cm diamètre
    - 6 tonnes
- Alchimie (VII siècle)
  - alambique,
  - essences,
- Théorie des 4 éléments (IV siècle)
  - 4 classes d'atomes (dyades et triades)
- Théorie de l'*impetus*
  - force vive « vega » (conservation du mouvement)
  - précurseur du concept occidental (XV siècle)





# Biologie et médecine

---

- Maladies d'origine héréditaire
- Remèdes : végétaux, minéraux,...
- Pratique du Yoga (-II siècle)
- Traité médical : *Āyurveda* « savoir sur la longévité »
  - Terre      ⇔ tissus solides
  - Eau        ⇔ humeurs / pituite *kapha* (liaison dans l'organisme)
  - Feu        ⇔ bile *pitta* (digestion aliments)
  - Vent       ⇔ souffle *prâna* : (souffle buccal)
  - Espace    ⇔ cavités des organes
  - Maladies
    - organique (trouble moteurs, convulsions,...)
    - localisation maladies de la peau, de la tête,...)





# Biologie et médecine

---

- Traitement de la maladie
  - élimination d'éléments,
- Description de la digestion
  - « feu de l'estomac »
  - transformation en sang, muscle, graisse,...
- Influence possible sur la *Collection Hippocratique* et sur la doctrine de *Timée* (Platon), puis lors des conquêtes d' Alexandre
  - référence aux recettes médicales indiennes
- Classification végétaux (V<sup>e</sup> siècle)
  - reproduction sexué et non sexuée

# En bref

---

- Introduction des notions en arithmétique
  - zéro
  - grand nombres => « infini »
- Bases de la *Trigonométrie*
- Mouvement *elliptiques* des planètes (autres que circulaires)
- En mécanique *l'impetus*

# Pour aller plus loin ...

---

- **Sites généralistes**

- <http://www.physique.usherbrooke.ca/~dsenech/HS/>
- [http://http://www.tributetohinduism.com/Hindu\\_Culture.htm](http://http://www.tributetohinduism.com/Hindu_Culture.htm)
- <http://www.vigyanprasar.com/dream/nov2000/nov2000.htm>

- **History of Mathematics**

- <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Indexes/Indians.html>
- <http://www.malhatlantica.pt/mathis/India/Bibliografia.htm#Wells> (en portugais)

- **Livres**

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

# Prochaines étapes ...

---

- La science arabe