

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 ...

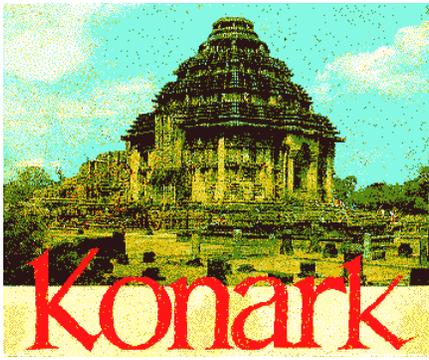
- Histoire des sciences très longue
- Vers –1500 (age de fer), invasion par les **aryens védiques**
 - Langue sanskrit « *latin de l'Inde* »
 - Textes sacrés : **Vedas** « *savoir* »
 - Données médicales et physiologiques dans *Rgveda* , *Atharvaveda*
- Puis vers –1000 les **Brâhmana**
 - *Aranyaba* et *Upanishad* :
 - méditation sur les réalités observées, recherche des lois
 - esprit scientifique : transformer le sensible ne 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 dominant à partir de 1763.



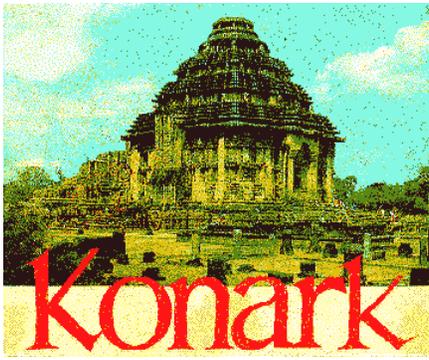
Caractéristiques de la science

- 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



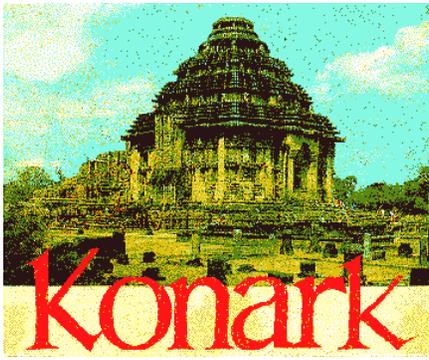
L' Astronomie ...

- 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



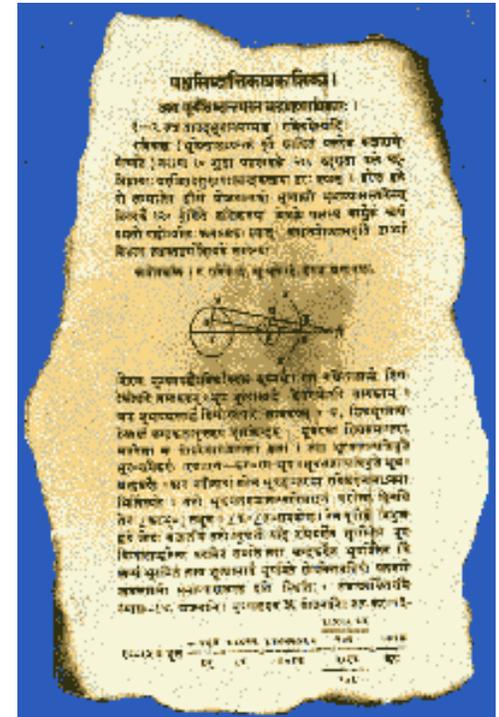
L' Astronomie ...

- 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 ...

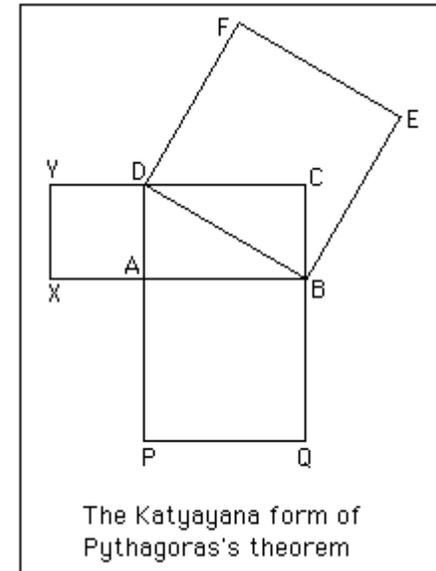
- Âryabhata I^{er} (V siècle)
 - mesures de la lune et Soleil plus précises
 - inspiration de l' Almageste (Ptolémée)
 - rotation de la Terre
 - longs cycles de temps : toutes les astres la même position
 - « Age d' Or » : 1 728 000 ans
 - « Age d'argent » : 1 296 000 ans
 - « Age de fer » : 432 000 ans
- Brahmagupta (VII siècle)
 - Traité *Khandakhâdyaka*
 - 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

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

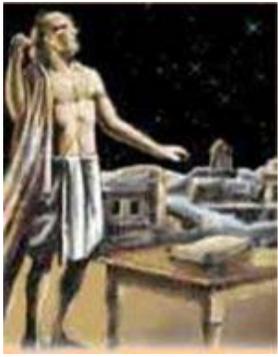


Les Mathématiques : nombres

- 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

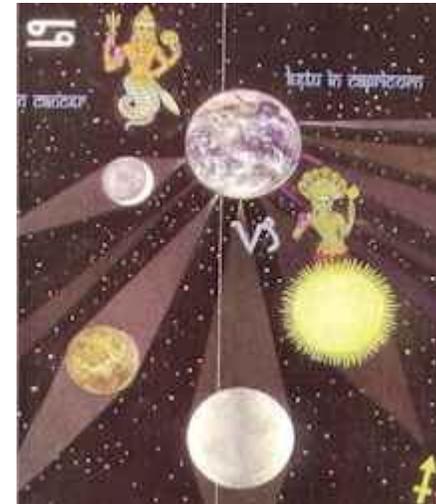
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
१	२	३	४	५	६	७	८	९	०
Nagari numerals around 11th century A.D.									

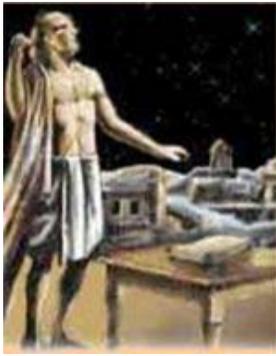
zéro



Mathématiciens : Âryabhata I^{er} (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 π
 $\pi = \frac{62832}{20000} = 3.1416$
 - Estimation de la circonférence terrestre
 - Terre tourne autour du soleil
 - Orbites des planètes
 - Ellipses => Kepler (XVI siècle)

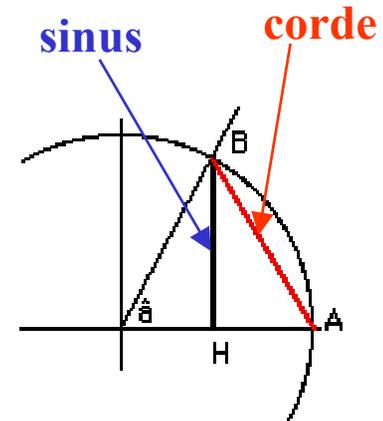




Mathématiciens :

Âryabhata I^{er} (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 92
30° 50'	12 543	2 500	0,596 91	3 94
		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

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

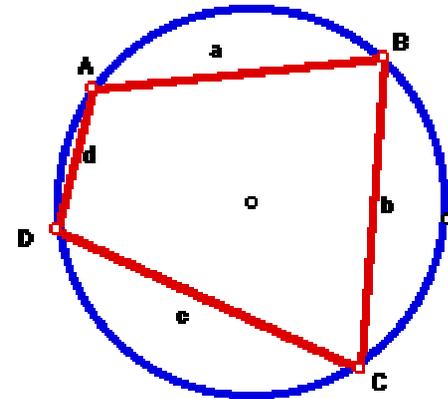
1er siècle		-	=	≡	×	÷	+	?	!
2ème siècle	0	1	2	3	4	5	6	7	8
7ème siècle	०	१	२	३	४	५	६	७	८

- 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

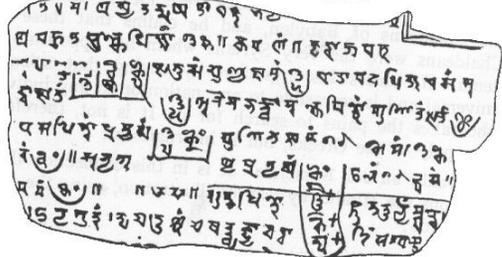
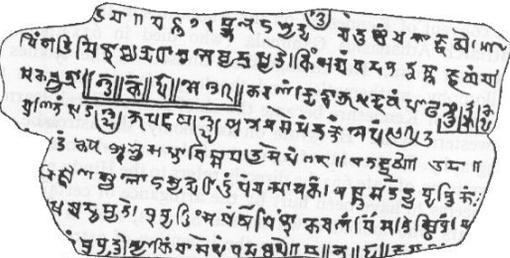
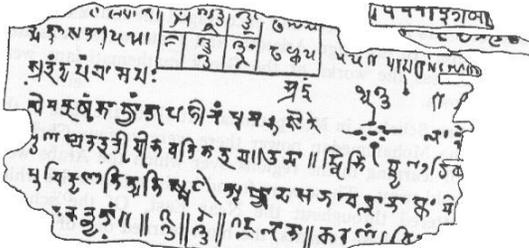
means 3/4 minus 1/2

- 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^e 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://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